BULLETIN

DE LA

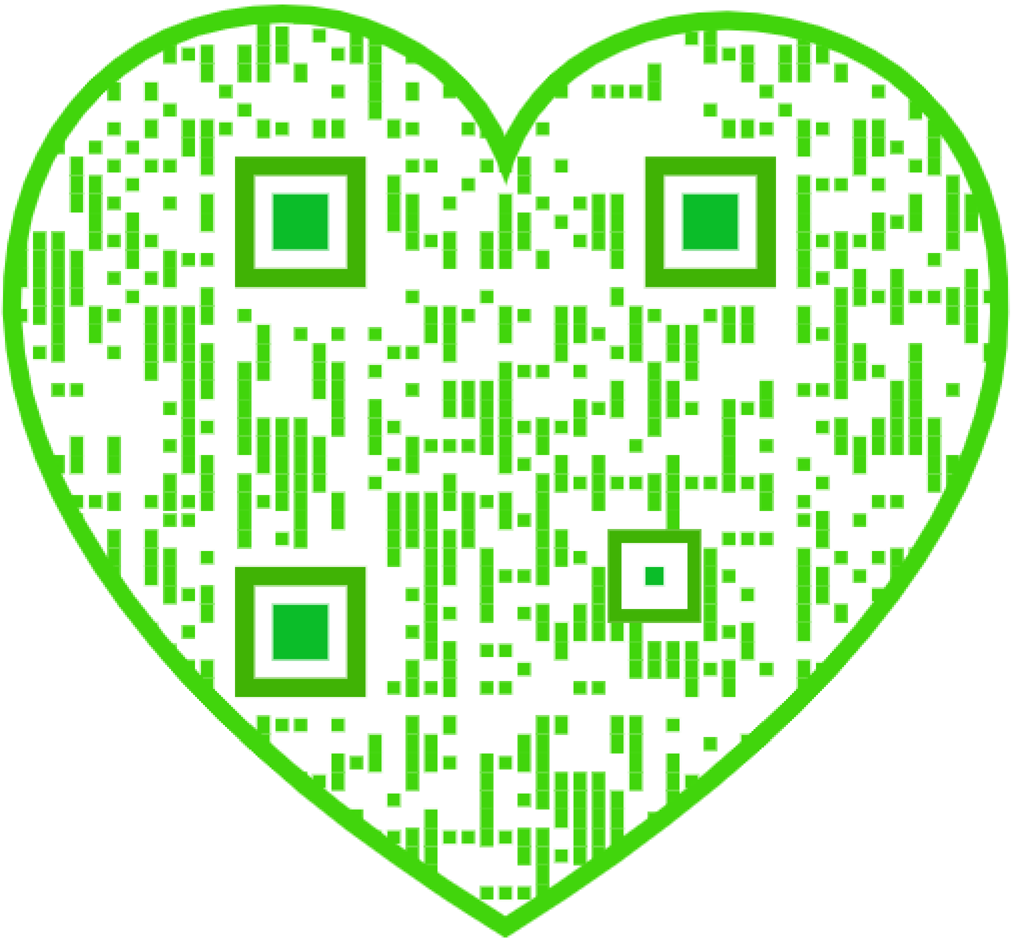
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX des séances. — **MÉMOIRES.**

TRADUCTIONS et **REPRODUCTIONS.** — **BIBLIOGRAPHIE.**

Notes et Informations diverses.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

PROCÈS-VERBAUX des séances. — **MÉMOIRES.**
TRADUCTIONS et **REPRODUCTIONS.** — **BIBLIOGRAPHIE.**
Notes et Informations diverses.

Tome XV

(Deuxième série, tome V)

ANNÉE 1901

BRUXELLES
HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE
112, rue de Louvain, 112

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XV

(Deuxième série, tome V)

ANNÉE 1901

BRUXELLES
HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE
112, rue de Louvain, 112

COMPOSITION DU BUREAU ET DU CONSEIL

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

POUR L'EXERCICE 1901

Président :

M. A. Rutot.

Vice-Présidents :

MM. J. Cornet, M. Mourlon, A. Renard et J. Willems.

Secrétaire général :

M. E. Van den Broeck.

Délégués du Conseil :

MM. V. Jacques, Ad. Kemma, de Schryvere et C. Van Bogaert.

Trésorier :

M. Th. Gilbert.

Bibliothécaire :

L. Devaivre.

Membres du Conseil :

MM. E. Cuvelier, H. de Dorlodot, G. Jottrand, Rabozée, X. Stainier et Van de Wiele.

Comité de publication :

MM. de Busschere, A. Houzeau et E. van Overloop.

Commission des comptes :

MM. L. Bauwens, G. Cumont et Paquet.

Adresse pour la correspondance et les envois de publications :
Au **Secrétariat général**, chez **M. Ernest Van den Broeck**,
place de l'Industrie, 39, à Bruxelles.

Adresse pour les mandats postaux et envois de cotisations :
A **l'Économat**, chez **M. le Dr Gilbert**, avenue Louise, 26,
à Bruxelles.

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

A BRUXELLES

Tome XV — Année 1901

SÉANCE MENSUELLE DU 15 JANVIER 1901.

Présidence de M. **M. Mourlon**, *Président.*

M. le *Président,* en ouvrant la séance, prononce l'allocution suivante :

Allocution à l'occasion de la nomination de M. Van den Broeck à la vice-présidence de la Société géologique de France.

MESSIEURS,

Avant d'aborder l'ordre du jour de la séance, je suis heureux d'avoir à annoncer une bonne nouvelle pour la Société : c'est la distinction des plus flatteuses dont un de nos collègues vient d'être l'objet à l'étranger.

La Société géologique de France, qui avait à renouveler son Bureau, vient d'élire parmi ses vice-présidents l'un des nôtres, la cheville

ouvrière de notre Société, j'ai nommé notre ami M. E. Van den Broeck.

Il y a peu de temps, notre vaillant collègue donnait avec succès, au sein de la Société qui avait fait appel à son concours et le récompense si dignement aujourd'hui, une conférence sur les applications de la géologie. Plus récemment encore, au Congrès géologique international de Paris, nous unissions nos efforts pour contribuer à la complète réussite de la Section de géologie appliquée et d'hydrologie, créée un peu à notre intention.

Il est assez réconfortant de constater à cette occasion que nos géologues ne sont pas toujours exclusivement à la peine, mais parfois aussi un peu à l'honneur, lorsqu'ils trouvent à l'étranger une compensation aux déceptions inévitables qu'ils rencontrent chez eux.

Nous ne formons point une coterie agissant au nom de « l'orphéonisme scientifique », suivant l'expression déjà ancienne d'un journal de la capitale, bien mal inspiré (1), mais une corporation dans laquelle nous nous associons pleinement à la bonne comme à la mauvaise fortune de chacun des nôtres. Loin d'envier ou de jalouser leurs succès, nous les faisons nôtres. Nous avons notre idéal scientifique qui faisait, hélas! si souvent défaut chez nos devanciers, et voilà pourquoi, dans la circonstance présente, nous nous réjouissons ensemble de la distinction obtenue par notre dévoué et sympathique collègue. Cette distinction est d'autant plus flatteuse qu'elle n'a été accordée jusqu'ici qu'à un seul de nos compatriotes, l'illustre et vénéré maître de l'École belge, d'Omalius d'Halloy, qui figure parmi les anciens présidents de la Société géologique de France pour l'année 1852. *(Applaudissements.)*

M. *Van den Broeck* remercie vivement M. *Mourlon* des félicitations qu'il vient de lui adresser à l'occasion de sa nomination, et il est heureux de pouvoir associer à l'honneur qui vient de lui échoir ceux de ses Collègues de la Société belge de géologie qui n'ont cessé de travailler à ses côtés, spécialement MM. *Rutot, Van de Wiele* et *Willems*, et sur lesquels retombent ainsi les marques de haute sympathie qui viennent de lui être témoignées. S'il a été personnellement l'objet de cette distinction, c'est assurément moins comme géologue que comme Secrétaire général de la Société, dont l'initiative et les travaux en matière de sciences appliquées nous ont valu cet honneur d'être ainsi représentés au Conseil de la Société géologique de France.

(1) L'*Indépendance belge* du 12 février 1893 (Supplément).

Enfin, M. Van den Broeck tient à associer tout spécialement aussi notre président, M. *Mourlon*, Directeur du Service géologique de Belgique, à l'honneur qui lui a été fait.

Correspondance :

Toute la correspondance ayant trait à la question mise à l'ordre du jour sur les « sables boulants » a été résumée et intercalée plus loin dans le compte rendu de la discussion de cette communication.

L'*Académie royale des Sciences de Turin* annonce que, conformément aux dispositions testamentaires du Dr *C. Alex. Bressa*, il est ouvert, à partir du 1er janvier 1899, un Concours relatif à la période quadriennale de 1897-1900, et auquel seront admis les savants et les inventeurs de toutes les nations. Ce concours a pour but de récompenser l'auteur de la découverte la plus éclatante et la plus utile, ou qui aura produit l'ouvrage le plus célèbre en fait de sciences physiques et expérimentales, histoire naturelle, mathématiques pures et appliquées, chimie, physiologie et pathologie, sans exclure la **géologie**, l'histoire, la géographie et la statistique.

Le Concours sera clos le 31 décembre 1902 et le prix (taxe déduite) s'élèvera à 9,600 francs.

Il ne sera tenu aucun compte des manuscrits, les ouvrages devant être présentés imprimés.

L'Académie attribuera ce prix au savant qu'elle en juge le plus digne, même s'il n'est pas présenté au Concours.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule II des Mémoires de 1899, lequel contient cinq planches, et annonce l'apparition très prochaine de celui, si regrettablement retardé, relatif aux procès-verbaux des séances de 1897; l'impression en est à peu près terminée.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de *membres effectifs :*

MM. Mathieu, Émile, lieutenant du génie, répétiteur à l'École militaire, rue Van den Broeck, 25, à Ixelles.

Monnoyer, Nestor, entrepreneur, rue du Chapitre, 31, à Anderlecht.

En qualité de *membres associés regnicoles :*

MM. RAHIR, EDM., rue de la Limite, 116, à Bruxelles.

VAN GELDER, EUG., artiste peintre et homme de lettres, rue Fraikin, 94, à Bruxelles.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

3221. **Meunier, Fernand.** *Ueber einige Coleopteren-Flügeldecken aus der präglacialen Braunkohle und dem interglacialen Torflager von Lauenburg (Elbe).* Berlin, 1900. Extrait in-8° de 9 pages.

3222. **Credner, Hermann.** *Die vogtländischen Erdbebenschwärme während des Juli und des August 1900.* Leipzig, 1900. Extrait in-8° de 22 pages, 4 planches.

3223. **Whitaker, W.** *The Croydon Microscopical and Natural History Club. Presidential Address.* Croydon, 1900. Extrait in-8° de 15 pages.

3224. **Bleicher, M.** *Le plateau central de Haye. Étude de géographie physique régionale.* Nancy, 1900. Extrait in-8° de 28 pages, 1 carte.

3225. **Gosselet, J.** *Note sur les sables de la plage de Dunkerque.* Lille, 1900. Extrait in-8° de 6 pages.

3226. **Harmer, F. W.** *The Crag of Essex (Waltonian) and its relation to that of Suffolk and Norfolk.* Londres, 1900. Extrait in-8° de 39 pages.

3227. **Koch, Anton.** *Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. II. Neogene Abtheilung.* Budapest, 1900. Extrait in-8° de 370 pages, 3 planches.

3228. **Nägele, E.** *Verlags-Verzeichniss der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung.* Stuttgart, 1901. Brochure in-8° de 121 pages.

3229. **Monod, Henri.** *Rapport à M. le Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes de France, sur l'Instruction des projets de captage et d'adduction d'eaux, sur le droit d'usage, l'acquisition et la protection des sources.* Melun, 1900. Brochure in-4° de 37 pages.

3230. *** *Nouveau système de captage d'eau des sables aquifères applicable à l'exécution des travaux souterrains dans les sables boulants. Système breveté.* Bruxelles, 1897. Brochure in-8° de 15 pages, 1 planche. *(Offert par M. L. de Somzée.)*

3231. **Guebhard, Adr.** *Notes pour la feuille de Nice S.-O. et confins.* Paris, 1900. Extrait in-8° englobant cinq notices, 20 pages, planche et figures.

3232. — *Propositions générales de représentation graphique des accidents tectoniques.* Paris, 1897. Extrait in-8° de 3 pages.

3233. *Notes sur la feuille des Alpes-Maritimes.* Paris, 1899. Extrait in-8° de 2 pages.

Communications des membres :

E. Rahir. — Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux.

Le centre du massif où se trouvent les grottes préhistoriques de Furfooz, contourné par une boucle de la Lesse, est occupé par un curieux effondrement appelé le « Puits-des-Veaux », au fond duquel s'étale une nappe d'eau. (Voir croquis, page 9.)

A l'une des dernières séances de la Société belge de géologie, M. Van den Broeck nous a entretenus des diverses particularités de ce phénomène; nous ne nous en occuperons donc pas. Il nous a également décrit l'éboulis précédé d'un affaissement du sol et le chantoir, qui se trouvent au bord de la Lesse, non loin du « Trou des Nutons », et par où il devait y avoir vraisemblablement une communication souterraine avec le Puits-des-Veaux.

Camille Collard, notre habile fouilleur de Furfooz, a eu, tout récemment, l'occasion d'observer, à la suite d'une crue de la rivière, le spectacle de l'engouffrement de la Lesse à l'éboulis et de sa réapparition au Puits-des-Veaux. Ce fait d'une communication souterraine, déjà pressenti par M. Van den Broeck et par nous-même à l'une de nos premières explorations à Furfooz, vient donc de recevoir une confirmation.

Le phénomène s'est produit dans des conditions particulièrement favorables, assez rares paraît-il, pour m'autoriser à en dire quelques mots; de plus, c'est la première fois que ces constatations ont été faites par un observateur consciencieux. Collard m'ayant immédiatement annoncé le fait en question, je lui ai envoyé un questionnaire pour être éclairé sur certains points qui me paraissaient obscurs. Ces rensei-

gnements, forcément incomplets, m'étant parvenus, je vais exposer le phénomène tel qu'il paraît s'être produit.

Le 6 décembre 1900, à la suite d'abondantes précipitations pluviales, la Lesse s'est gonflée très rapidement, et le niveau de ses eaux ayant monté d'environ 1 mètre, la rivière a commencé à se déverser dans l'affaissement du sol mentionné plus haut, pour disparaître, à deux pas de là, dans le chantoir creusé au pied de l'éboulis rocheux. La crue s'accentuant de plus en plus, la Lesse s'y est précipitée en abondantes masses liquides, très fortement troublées.

Après avoir vu cet engouffrement, dès son commencement, Collard s'est rendu, le plus vite possible, au Puits-des-Veaux, où il a remarqué que le lac souterrain était troublé mais avait conservé sa hauteur normale stationnaire. Environ trois heures après la disparition partielle de la Lesse sous l'éboulis, le niveau du lac s'éleva peu à peu et très régulièrement pour atteindre une hausse de $1^m,80$. Les eaux ainsi amenées par le sous-sol étaient aussi troubles que celles de la rivière. La nappe liquide du Puits-des-Veaux a commencé à baisser à partir du moment où les eaux ne se précipitaient plus que très faiblement dans le chantoir, et sa descente a suivi la baisse de la Lesse.

A vol d'oiseau, la distance entre l'éboulis et le Puits-des-Veaux dépasse un peu 300 mètres. Donc, s'il n'y avait pas d'obstacles au cheminement de ces eaux, le niveau du lac monterait presque en même temps que celui de la rivière. La raison de la longue durée du parcours souterrain de la Lesse peut s'expliquer par différentes causes : d'abord par la faible pente entre les deux points, puis par la complication et la sinuosité des canaux et enfin par l'intercalation probable, sur le trajet, d'autres nappes d'eau comparables à celle dont nous venons de parler. Le « Trou-qui-fume », par exemple, — ainsi désigné à cause des nuages de vapeurs d'eau qui s'en échappent en hiver, — situé à une cinquantaine de mètres de là, recèle, sans aucun doute, un petit lac souterrain, lequel, selon toute probabilité, fait partie du réseau par lequel passe le trop-plein de la Lesse pour arriver finalement au Puits-des-Veaux.

Où se déverse ce dernier, par quel endroit et comment ses eaux viennent-elles rejoindre la rivière? On ne le sait. Il est bon cependant de noter que la crue du 6 décembre au Puits-des-Veaux refoulait les feuilles et les brindilles de bois, qui flottaient à la surface des eaux, vers la galerie de gauche que nous avons explorée avec M. Van den Broeck. Des déblais et des recherches à faire de ce côté donneraient

lieu, peut-être, à d'intéressantes découvertes spéléologiques. Selon beaucoup de probabilité, on arriverait à trouver une communication avec le « Trou-du-Renard », caverne préhistorique nouvelle située non loin de là.

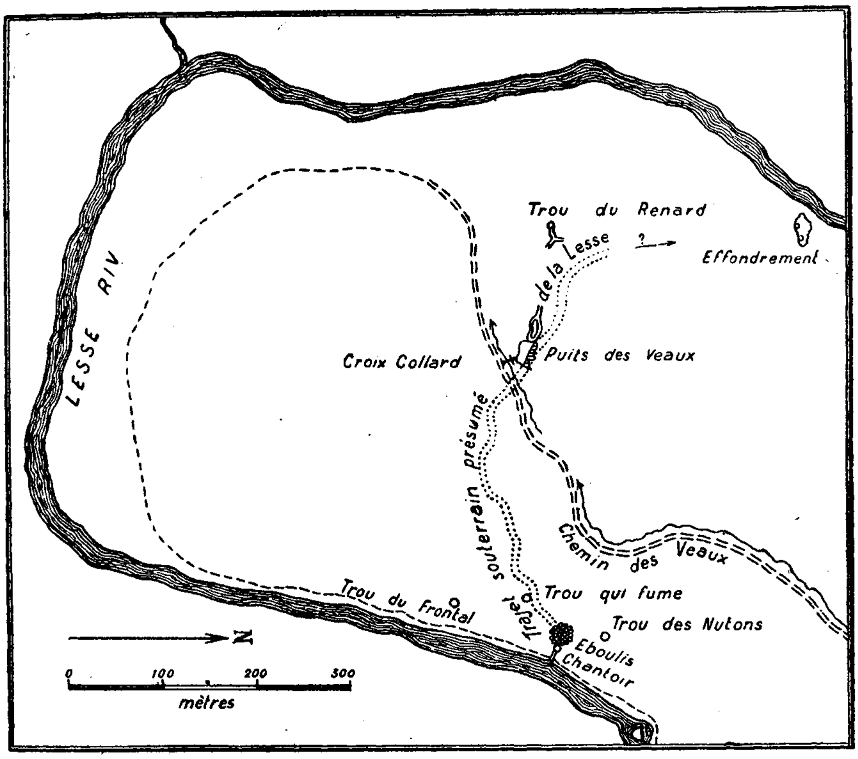


FIG. 1. — Les communications souterraines de la Lesse dans la boucle de l'escarpement de Furfooz. — Le Puits-des-Veaux.

Nous avons dit plus haut que le lac du Puits-des-Veaux, généralement cristallin, était trouble avant la crue. L'explication m'en paraît très simple, mais elle a besoin cependant d'être confirmée par des expériences à la fluorescéine. Le ravin du chemin des Veaux, avoisinant le puits, est longé par un ruisselet qui subit de nombreuses pertes, conséquence de son trajet sur le calcaire. Les eaux de ce ruisseau, non extrêmement abondantes le jour de la crue, étaient troubles, et comme elles doivent, du moins en partie, communiquer avec le lac souterrain,

elles y ont amené leurs matières terreuses en suspension, d'où le trouble remarqué. Cet apport étant beaucoup trop faible pour élever le niveau du Puits-des-Veaux, il a fallu l'envahissement de l'énorme masse d'eau de la Lesse pour donner naissance à la grande hausse observée le 6 décembre de cette année.

Il est à espérer que des constatations plus précises et plus complètes pourront se renouveler, mais peut-être pas dans d'aussi bonnes conditions, parce que, d'après Collard, il est assez rare que la rivière grossisse aussi fortement et aussi rapidement; c'est une des raisons qui m'ont engagé à en parler ici.

Pour terminer, nous croyons pouvoir faire une comparaison entre le régime hydrologique de la Lesse au massif de la grotte de Han et celui qui nous occupe. Rappelons que la rivière contournait autrefois la montagne de la grotte de Han, comme elle le fait actuellement autour du massif de Furfooz.

A Han, au cours des temps, la Lesse s'est frayé peu à peu un passage en raccourci par le gouffre de Belvaux et sous le mamelon calcaire bien connu. Actuellement, la rivière ne s'écoule plus par son ancien lit à l'air libre qu'aux époques de grandes crues, lorsque l'orifice du gouffre en question n'est plus suffisant pour livrer passage au volume total des eaux qui s'y précipite. La Lesse ne reprend donc que temporairement son lit à ciel ouvert.

A Furfooz, le creusement du massif calcaire, par corrosion et par érosion, s'étant vraisemblablement produit à une époque moins ancienne, la Lesse ne paraît pas avoir eu le temps de s'y ouvrir une voie suffisante pour s'y engouffrer tout entière. Il est vrai que le calcaire de Waulsort, ici en cause, paraissant se prêter moins bien à l'action chimique des eaux que le calcaire de Givet formant le massif de Han, peut aussi donner lieu au retard dans ce creusement. Dans la suite des temps, les eaux ayant baissé de niveau, la rivière a complètement abandonné son cours souterrain — qu'elle ne reprend qu'aux époques de grandes crues — pour suivre entièrement son lit à l'air libre. Ici donc, contrairement à Han, nous nous trouvons en présence d'une rivière qui coule constamment à ciel ouvert et temporairement en partie par voie du sous-sol.

2° E. Rahir et J. Du Fief. — **De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains.**

(*Communication présentée par M.* E. Rahir.)

Ayant étudié les différentes opinions relatives à la formation des grottes, opinions publiées il y a quelques années dans le *Bulletin* de la Société belge de Géologie, j'ai pensé que des recherches analytiques sur l'action chimique de nos principales rivières et ruisseaux souterrains pourraient amener d'intéressantes constatations, qui permettraient d'en tirer d'utiles déductions pour l'explication plus précise du creusement des cavernes au cours des temps anciens. Je crois que des investigations dans cet ordre d'idées n'ont pas encore été poursuivies ; du moins, je n'en ai pas connaissance.

C'était surtout la corrosion des calcaires par l'acide carbonique tenu en dissolution dans l'eau qui attirait plus spécialement mon attention ; ce sera donc principalement ce point de vue, en plus de l'action chimique totale, qui sera traité dans le travail que j'ai l'honneur de présenter aux membres de la Société belge de Géologie.

Cette étude a été faite en collaboration avec M. J. Du Fief, pharmacien-chimiste à Bruxelles, qui s'intéresse aux questions d'analyses d'eau. Grâce à son assistance et à ses recherches minutieuses et de longue durée sur les seize échantillons qui ont été recueillis en divers points du pays, il nous a été donné de pouvoir atteindre ensemble le but désiré, lequel, ajoutons-le, a largement répondu à notre attente.

Voici, en quelques lignes, comment ce travail a été conduit et quels sont les échantillons que nous avons résolu de soumettre à l'analyse. La plupart de ces prises d'eau ont été faites par nous-mêmes en vue d'être certains d'un prélèvement soigneux, de manière à écarter, le plus possible, les causes d'erreur. A défaut de pouvoir parfois opérer nous-mêmes, nous nous sommes adressés à notre ami Jos. Lagasse, de Remouchamps, en qui nous avons une confiance absolue, et à M. Henin, contrôleur de la grotte de Han, à qui nous pouvons aussi nous fier entièrement. Nous nous faisons un devoir de remercier ici ces Messieurs pour leur obligeance et pour la précision avec lesquelles ils ont suivi les indications que nous leur avions fournies.

Toutes les précautions les plus minutieuses ont été apportées pour ces prélèvements qui, envoyés par express à Bruxelles, ont été, le jour même, soumis à l'analyse quantitative du gaz acide carbonique; les opérations plus longues du dosage des calcaires, etc., ont été effectuées ultérieurement. Les eaux ont toujours été prises dans leur état de transparence ordinaire, et jamais à la suite de périodes de pluies ou d'averses d'orage, de manière à conserver une composition normale pour une saison donnée. Inutile de dire qu'avant le dosage des corps solides, les eaux ont toujours été soigneusement filtrées, afin d'éviter de fausser les résultats par suite des matières qui auraient pu s'y trouver en suspension. Les mesures de température ont été prises sur place, dans le milieu où les échantillons ont été prélevés, ainsi que dans l'air ambiant.

De plus, voulant vérifier l'effet de l'influence climatérique des saisons sur la proportion de chaux contenue dans les ruisseaux souterrains, c'est-à-dire la variation d'énergie corrosive par l'acide carbonique, nous avons fait des prélèvements d'eau exactement aux mêmes endroits à différentes époques de l'année.

Comme méthode de dosage, nous avons appliqué la précipitation du calcium sous forme d'oxalate, puis sa transformation en sulfate; celui-ci a été pesé comme tel et calculé en carbonate neutre de chaux. La magnésie a été recherchée dans toutes les eaux, mais sans y être dosée, à l'exception de celle de Han. Il s'en est trouvé de petites quantités dans tous les échantillons, mais en proportions variables.

Dans certaines eaux, nous avons dosé l'acide carbonique : d'une part, l'acide carbonique fixe (provenant des carbonates neutres et en partie des bicarbonates) ; d'autre part, l'acide carbonique libre et bicombiné (ce dernier provenant de la décomposition des bicarbonates). Nous n'avons pas attaché d'importance aux proportions d'acide carbonique libre, celui-ci se déduisant par différence entre l'acide carbonique fixe et l'acide libre et bicombiné, parce que si, en même temps que les bicarbonates, l'eau renferme des carbonates neutres, la quantité d'acide carbonique ainsi calculée est très inexacte.

Tous les résultats d'analyses ont été rapportés au litre d'eau et les poids en grammes.

Nous avons choisi pour champ de nos expériences : la grotte de Remouchamps, la grotte de Han, ainsi que les bras souterrains de la Lomme et de la Wamme. Ce sont les endroits de notre pays où l'on trouve les rivières ou ruisseaux les plus importants dont les courants

traversent, à ciel couvert, de notables massifs calcaires. Ces massifs que nous avons en vue ici sont uniquement constitués par l'assise du calcaire de Givet. Nous pourrons ainsi étudier l'action chimique en trois points qui, malgré la similitude apparente des roches traversées, réunissent des conditions différentes les unes des autres, tant par la longueur et la complication des canaux que par le volume et la température des eaux qui y circulent.

Nous allons examiner successivement chaque cas particulier, pour en tirer ensuite des déductions d'ensemble. Nous dirons également deux mots sur la composition des eaux de la Lesse à Furfooz, comparée à celle d'un lac souterrain situé en plein massif et qui communique temporairement avec cette rivière.

Il va de soi que partout les échantillons d'eau ont été prélevés simultanément et le même jour, à l'endroit exact de la disparition des rivières et au point de leur réapparition au jour. De cette façon, nous avons pu déterminer assez exactement quelle était la valeur de l'action chimique totale et de celle spéciale au calcaire, dues toutes deux à la corrosion des eaux courantes dans le sous-sol.

I. — Grotte de Remouchamps.

Le vallon de Sècheval (vallée sèche), que l'on pourrait plutôt appeler le « vallon des chantoirs », débouche dans l'Amblève, à Remouchamps, c'est-à-dire à une dizaine de kilomètres en amont du confluent de cette rivière avec l'Ourthe. Ce curieux vallon est environné d'une vaste zone caractérisée par de nombreux effondrements du sol, ou chantoirs, au fond desquels se perdent quantité de ruisseaux. Cette région, dont l'étude hydrologique détaillée a été commencée il y a quelques années par M. Ern. Van den Broeck et qui lui a révélé tant de choses intéressantes, devait être un des points que nous nous proposions de soumettre aux recherches analytiques.

La grotte de Remouchamps, située à l'entrée du vallon de Sècheval, est parcourue par un gros ruisseau, dénommé « le Rubicon », qui est la branche principale d'un inextricable réseau de ruisselets. Ces derniers, qui de la surface du sol disparaissent dans les nombreux chantoirs dont nous venons de parler, viennent rejoindre le Rubicon par voie souterraine, en effectuant des trajets de plusieurs kilomètres à vol d'oiseau, par les dédales de galeries inconnues. Le problème était donc très complexe.

Comme nous ne pouvions entreprendre une analyse chimique de chacun des multiples ruisselets qui s'engouffrent dans les chantoirs environnants, nous en avons choisi quatre, parmi ceux qui nous

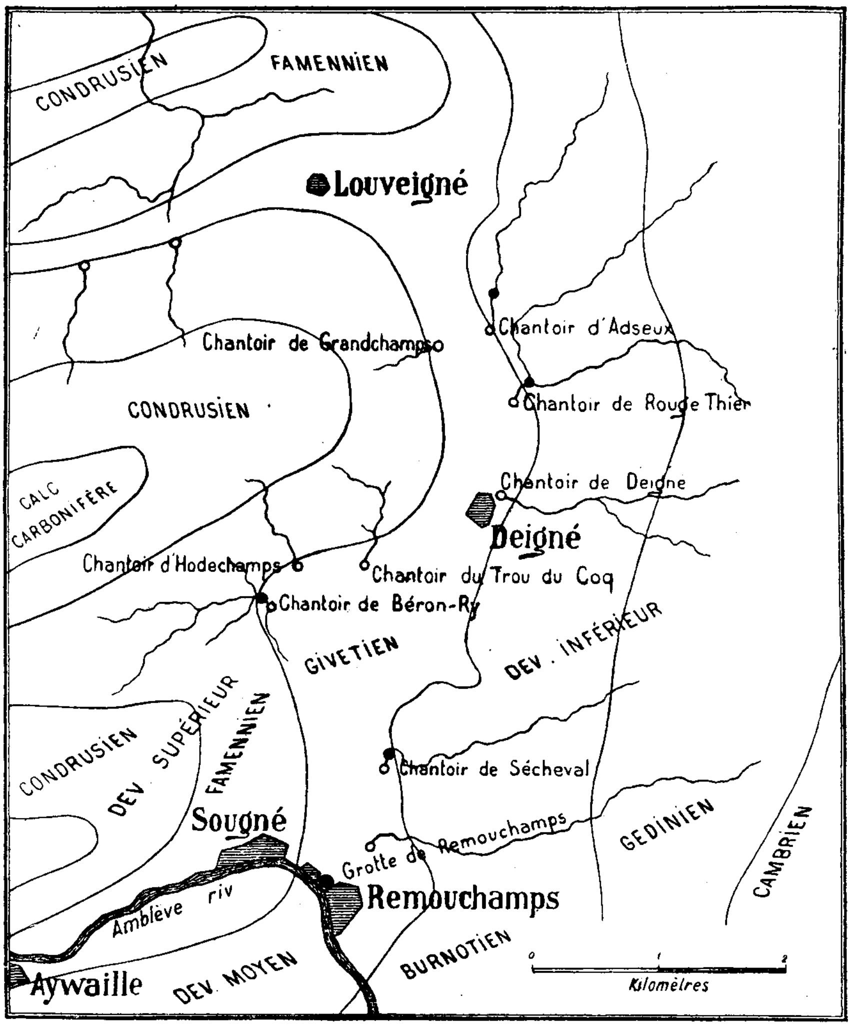


FIG 1. — VALLON DES CHANTOIRS, AU NORD DE REMOUCHAMPS.
Les points noirs indiquent l'endroit où les échantillons d'eau ont été prélevés.

paraissaient les plus notables et qui, en même temps, étaient situés à des distances variées de leur point d'émergence, c'est-à-dire de la grotte de Remouchamps. De plus, nous avons cherché, autant que pos-

sible, à les prendre de préférence parmi ceux qui coulent ou prennent leurs sources dans des terrains géologiques de nature différente. Nous avons ainsi pu faire un examen comparatif de leurs eaux de manière à pouvoir déterminer une moyenne assez exacte de la proportion des matières calcaires ou autres contenues dans ces nombreux ruisselets.

Du pont du « précipice » (grotte , endroit exact où les eaux ont été recueillies après leur passage dans les dédales de la grotte de Remouchamps, au chantoir le plus proche choisi pour l'analyse, le chantoir de Sècheval, la distance, à vol d'oiseau, ne dépasse pas 1,000 mètres. Au moyen de la fluorescéine, M. Van den Broeck a montré d'une façon péremptoire que ce ruisseau met neuf heures à effectuer ce trajet, court en apparence. L'indication de ce fait a seulement pour but de montrer la complication des galeries et quels pourront être la longueur possible, les sinuosités, le nombre des siphons, etc., des canaux partant de chantoirs beaucoup plus éloignés. Du même point (pont du précipice) à l'engouffrement de Béron-Ry, la distance — toujours à vol d'oiseau — est de 2,300 mètres; jusqu'à l'effondrement de Rouge-Thier ou Trou-du-Moulin, il y a 4,100 mètres, et enfin de la grotte au grand chantoir d'Adseux nous trouvons 4,500 mètres.

Sur la carte ci-jointe (fig. 1) des environs de Remouchamps, nous avons indiqué les principaux chantoirs de la région qui nous occupe, ainsi que l'endroit du prélèvement des échantillons d'eau.

Tableau I.

Analyses de ruisseaux situés au nord de Remouchamps (avant leur disparition).

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Résidu fixe à 180° centigrades	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe
	1900			En grammes.		
N° 1. Entrée du chantoir d'Adseux . . .	22 mai	24	17°	0,100	0,0470	46
N° 2. Id. id. de Rouge-Thier.	22 mai	24	18°5	0,088	0,0308	35
N° 3. Id. id de Béron-Ry. .	»	24	17°	0,154	0,0705	45.78
N° 4. Id. id. de Sècheval. .	»	24	18°5	0,058	0,0161	26.03

Commençons maintenant par faire connaître les résultats de l'analyse comparative des ruisseaux de la région nord de Remouchamps avant leur disparition dans le sol.

De l'examen du tableau I ci-dessus, il résulte que la composition de l'eau des différents chantoirs de Remouchamps présente de grandes divergences, aussi bien dans la proportion du résidu fixe que dans celle du calcaire.

Les eaux d'Adseux peuvent être prises comme moyenne exacte, pour la quantité de matières en solution (résidu fixe) de ces principaux chantoirs que nous avons choisis pour être soumis à des analyses comparatives. La proportion moyenne de calcaire contenue dans le ruisseau d'Adseux est un peu trop forte d'un huitième par rapport aux autres ruisseaux à engouffrement qui avoisinent Remouchamps. Nous en tiendrons compte pour l'évaluation de la corrosion calcaire, tout en faisant ici des réserves sur la précision mathématique de ce procédé de moyenne — malgré tous les soins qui y ont été apportés pour l'établir — à cause de l'extrême complication du régime hydrologique de la région.

Tableau II.

Analyse comparative Adseux-Remouchamps (avril et juillet).

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.
	1900			En grammes.		En volume centimètres cubes.		En grammes.		
N° 5. Entrée du chantoir d'Adseux . . .	4 avril	8°	5°5	0,0220	0,0138	11,12	6,98	0,058	0,0235	40.50
N° 6. Rubicon (grotte de Remouchamps) .	»	10°	8°5	0,0572	0,0924	28,93	46,78	0,204	0,1352	66.27
N° 7. Entrée du chantoir d'Adseux . . .	24 juill.	26°5	23°	0,0154	0,0418	7,78	21,14	0,104	0,0485	46.63
N° 8. Rubicon (grotte de Remouchamps) .	»	13°	11°	0,0396	0,0990	20,02	50,07	0,203	0,1352	66.60

Les analyses chimiques des eaux du chantoir d'Adseux et du Rubicon (grotte de Remouchamps), faites à deux saisons bien différentes l'une

de l'autre, en avril et en juillet, nous ont fourni de nombreux et utiles renseignements.

En avril, le ruisseau d'Adseux marquait la très basse température de 5°5 C., tandis qu'au mois de juillet, le thermomètre indiquait 23° C., soit une très forte augmentation. Le Rubicon était à la température de 8°5 C. en avril et seulement à 11° C. en juillet. Donc pour cette très grande différence que nous remarquons à Adseux entre avril et juillet, soit près de 18° C., nous ne constatons qu'un faible écart de température d'environ 2° C. dans le Rubicon. Nous voyons donc que les eaux se réchauffent en hiver et se refroidissent considérablement en été par le passage dans les galeries de la grotte de Remouchamps, pour conserver très sensiblement, au sein de cette dernière, la moyenne thermométrique de l'année. La longueur et la complication des canaux souterrains auxquels nous avons affaire ici sont évidemment la cause du rétablissement d'équilibre. Mentionnons également ce fait, que la température de l'air à l'intérieur de la grotte était, autant en avril qu'en juillet, de 2° C. supérieure à celle des eaux.

A Adseux, la proportion du résidu fixe était de 104 milligrammes en juillet, tandis qu'en avril elle n'était que de 58 milligrammes. Le Rubicon nous a fourni 203 milligrammes en juillet contre 204 milligrammes en avril.

Le carbonate de chaux nous donne 48 milligrammes en juillet et 23 milligrammes en avril à Adseux. Dans la grotte de Remouchamps, nous obtenons 135 milligrammes de chaux en juillet pour 135 milligrammes en avril.

Ces quelques chiffres, de même que ceux, plus complets, du tableau précédent, nous montrent, à toute évidence, qu'une énergique action corrosive est encore en jeu dans les profondeurs de la grotte de Remouchamps. De plus, nous voyons également ici que l'influence des saisons a une grande importance sur la puissance chimique des eaux.

La corrosion totale, ou mieux la totalité des matières fixes que nous retrouvons en solution dans ces eaux, et qui ont été enlevées dans les galeries du sol, est représentée par 99 milligrammes à la saison des chaleurs et par 146 milligrammes à l'époque froide, soit environ un tiers en faveur de la basse température. Si nous examinons maintenant l'ablation seule du calcaire, nous trouvons qu'elle est également en augmentation pendant la période froide et d'à peu près un quart.

Le contraire de ce que nous venons de voir se remarque à Adseux, où les eaux du ruisseau contenaient en juillet environ 50 % de matières solides en plus qu'en avril, soit de résidu fixe, soit de calcaire. La plus

notable quantité des matières trouvées ici à la période chaude proviendrait, semble-t-il, de la lenteur et du faible débit du ruisseau à cette saison; celui-ci, arrivé au chantoir, aurait ainsi eu le temps d'utiliser une partie relativement plus grande de son acide carbonique, comme ses eaux, par leur température élevée, auraient pu y dissoudre plus de produits de toute espèce. Des recherches seraient à faire à ce sujet.

Voici comment nous croyons pouvoir expliquer une plus puissante action chimique dans le sous-sol en hiver : Théoriquement, l'acide carbonique est plus soluble à froid qu'à chaud; ce qui paraît en concordance avec l'énergie corrosive souterraine que nous constatons à cette saison dans la grotte de Remouchamps. La plus grande pureté du ruisseau d'Adseux à la période froide, jointe sans doute à sa plus notable proportion d'acide carbonique, — la preuve certaine ne saurait en être donnée sans de nombreuses expériences, — serait ici la cause de cette action plus intense à basse température.

II. — La Lomme et la Wamme souterraines.

La jolie petite ville de Rochefort occupe exactement le centre de cette région si étrange, dans les profondeurs de laquelle ces capricieuses rivières, la Lomme et la Wamme, vagabondent alternativement par voie souterraine et par voie de surface ou à l'air libre. (Voir fig. 2.)

Nous n'avons pas à entrer dans les détails complexes des multiples disparitions et réapparitions de ces rivières, ni des curieux phénomènes géologiques, tels que : effondrements, cavernes à inondations temporaires, etc., parce que cela sortirait du cadre de cette étude et, de plus, nous entraînerait beaucoup trop loin. Nous ne ferons donc qu'indiquer les premières disparitions de ces rivières, de même que leurs dernières réapparitions, c'est-à-dire les endroits précis où les échantillons d'eau ont été prélevés pour être soumis à l'analyse.

La première perte de la Wamme a lieu un peu en aval du village d'On, c'est-à-dire à environ 2 kilomètres de Jemelle, et la première perte de la Lomme se constate en aval et non loin de Jemelle. Selon toute probabilité, la dernière réapparition totale de ces deux rivières se fait ensemble au pied du rocher d'Éprave, autrement dit à plus de 8 kilomètres à vol d'oiseau et en aval de la première perte de la Wamme et à environ 5 $^1/_2$ kilomètres du premier engouffrement de la Lomme.

C'est par une source bouillonnante et tumultueuse que la réapparition

a lieu parmi les rochers et au milieu d'un site superbe. Nous engageons vivement les membres de la Société de Géologie qui ne connaissent pas cette belle résurgence à aller la visiter, parce qu'elle constitue, pensons-nous, le plus remarquable et en même temps le plus pittoresque phénomène de ce genre qui existe en Belgique. Nous croyons également qu'elle peut aussi être considérée comme la *fausse-source* la plus abondante de notre pays.

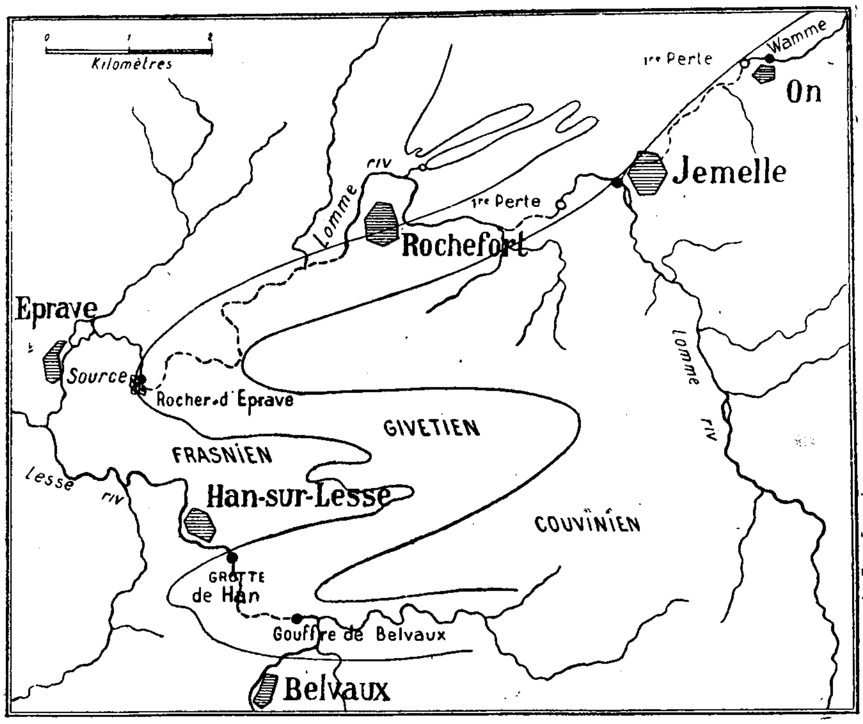


FIG. 2. — RÉGION DE HAN-ROCHEFORT.

Les points noirs indiquent l'endroit où les échantillons d'eau ont été prélevés.

Nota. — Les trajets indiqués en pointillé pour la Wamme et pour la Lomme ne sont pas les trajets souterrains, qui sont inconnus, mais les trajets partiels aériens et à débits restreints.

Le débit de ces deux rivières étant sensiblement le même à On et à Jemelle, à l'époque où le prélèvement des eaux a été fait pour être soumis à l'analyse, nous avons rempli la moitié d'un flacon à la perte d'On et la deuxième moitié a été remplie par les eaux de la première perte de la Lomme à Jemelle. De cette façon, nous avons pu prendre une moyenne approximative de la composition chimique de ces deux rivières. Un deuxième flacon a été puisé dans l'abondante source d'Éprave.

Il ne nous a pas été possible de renouveler ces analyses à deux époques différentes parce que, en hiver ou pendant les périodes pluvieuses, les lits aériens de ces deux rivières sont remplis d'eau. Alors la circulation à ciel ouvert et la circulation souterraine se confondent, et nous n'aurions pu, par conséquent, apprécier la corrosion chimique dans le sous-sol. N'ayant pas eu l'occasion de nous trouver sur place au moment favorable, nous ne pourrons donc étudier, pour le présent cas, l'influence des saisons.

Avant de parler des résultats de la corrosion par ces rivières, nous croyons devoir faire des réserves sur leur grande précision en raison de l'extraordinaire complication du système hydrologique en présence.

Faute de preuves, nous ne pouvons pas non plus déclarer, avec une certitude absolue, que la Lomme et la Wamme viennent, toutes deux et entièrement, surgir au pied du rocher d'Éprave. Espérons qu'un jour de concluantes expériences à la fluorescéine viendront confirmer la véracité de ce que nous croyons être exact.

Tableau III.

Analyse de la Lomme-Wamme et de la source d'Éprave.

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe	Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.
	1900			En grammes.		En volume centimètres cubes.		En grammes.		
N° 9. Lomme et Wamme (On et Jemelle) .	17 mai	17° (à midi)	16°	0,0165	0,0176	8,34	8,90	0,030	0,0491	63.66
N° 10. Sortie Lomme et Wamme (au rocher d'Éprave). . . .	»	11°5 (le matin)	9°5	0,0275	0,0440	13,90	22,25	0,090	0,0514	57.40

La température moyenne des eaux réunies de la Wamme et de la Lomme à leur première perte était très voisine de 16° C, ainsi que cela est indiqué dans le tableau III. Nous croyons utile de signaler ici une anomalie de *température* qui a été constatée dans la Wamme à On. Le 17 mai, jour du prélèvement des échantillons, le thermomètre mar-

quait 17° C. à l'air vers midi, et c'était la journée la plus chaude depuis longtemps. La Wamme, à l'ombre et sous le pont du village d'On, indiquait 17°5 C. (vérifié trois fois); la rivière était donc d'une température plus élevée que l'air ambiant. Nous croyons pouvoir expliquer cela par le rayonnement du soleil — le ciel était très pur — sur les cailloux qui, en amont, parsèment et émergent en grand nombre du lit, large et sans profondeur, de la Wamme. Ce renseignement a son importance au point de vue d'analyses futures, qui devraient être faites à cet endroit pendant les journées torrides de l'été. En effet, les eaux de cette rivière, de même que celles de la Lomme, s'échauffant très fortement par le rayonnement solaire, atteindraient alors, indiscutablement, une très haute température; ce qui exerce une notable action sur l'énergie de la corrosion souterraine, action variable suivant diverses causes que nous examinerons plus tard.

Passons à l'analyse chimique. Les eaux réunies de la Lomme et de la Wamme avant leur premier engouffrement dans le sol nous donnent 30 milligrammes comme quantité de résidu fixe, pour 90 milligrammes à leur point de résurgence générale au rocher d'Éprave. Nous trouvons donc 60 milligrammes de matières corrodées par les eaux souterraines. La proportion de ce résidu fixe est donc dans le rapport de trois (Jemelle, On) à neuf (Éprave); ce qui est considérable.

L'ablation seule du calcaire dans ce sous-sol compliqué, par suite du passage des courants de ces rivières, est représentée par 32 milligrammes, soit un peu plus de la moitié de la corrosion totale.

Les chiffres précédents nous montrent qu'une forte action chimique est en jeu dans ces inextricables canaux qui traversent la région calcaire comprise entre Jemelle et le rocher d'Éprave, énergie comparable à celle que nous avons constatée à Remouchamps. Comme à Remouchamps également, nous voyons ici que la corrosion calcaire domine, mais un peu moins fortement, dans la dissolution générale des matières solides.

III. — Grotte de Han.

Le massif de la Grotte de Han, traversé de part en part par la Lesse, est suffisamment connu de tous pour ne pas devoir en donner une description ni en indiquer la situation. La Lesse prend sa source dans la forêt de Luchy et, après un parcours d'une quarantaine de kilomètres, vient arroser le petit village de Belvaux, pour se précipiter bientôt

après et tout entière dans le superbe entonnoir rocheux connu sous le nom de gouffre de Belvaux. Après un trajet souterrain qui, à vol d'oiseau, ne dépasse pas 1,100 mètres, l'importante rivière revient au jour au Trou-de-Han, c'est-à-dire à la sortie de la Grotte de Han. (Voir la carte de la région Han-Rochefort.)

A Remouchamps et dans la région de la Wamme et de la Lomme, nous avons examiné successivement deux systèmes très complexes. Ici, la circulation de l'eau est infiniment plus simple. En effet, nous voyons une seule et très notable rivière traverser un massif constitué, comme dans les cas précédents, par le calcaire de Givet. Le volume énorme des eaux de la Lesse, joint à son engouffrement unique et à son trajet relativement très court dans le sous-sol, nous a permis de faire une étude plus facile et plus exacte de la corrosion chimique souterraine au sein de cette grotte qu'elle ne l'était pour Remouchamps.

En plus des résultats concluants que nous allons exposer maintenant, nous aurons à signaler tantôt diverses particularités spéciales à la grotte de Han ou plutôt à la Lesse, et qui peuvent jeter un jour intéressant sur le creusement des cavernes aux temps géologiques.

Comme à Remouchamps, des échantillons d'eau ont été prélevés en amont et en aval de la grotte, c'est-à-dire au gouffre de Belvaux et au Trou-de-Han. Voulant également rechercher quelle serait ici l'influence de la température sur l'énergie corrosive de la rivière, nous avons fait les mêmes opérations à deux époques différentes.

A Belvaux, les eaux de la Lesse, ainsi que le montre le tableau ci-après, offrent, comme à Remouchamps, une grande diversité de composition chimique suivant les saisons. Après leur passage dans la grotte de Han, nous remarquons aussi une action corrosive extrêmement variable d'après les conditions climatériques.

Le résidu fixe de la rivière au gouffre de Belvaux était de 38 milligrammes en avril contre 80 milligrammes au mois d'août. Par conséquent, nous y voyons une différence de 42 milligrammes, soit plus de 50 % en faveur de la période chaude. Ce qui est très intéressant à constater ici, c'est que cette augmentation de plus de 50 % à l'époque des hautes températures se retrouve presque mathématiquement dans les mêmes rapports après le passage de la grotte de Han, mais naturellement en quantités plus considérables par suite de la corrosion souterraine, comme 46 milligrammes est à 100 milligrammes.

Au gouffre de Belvaux, le carbonate de chaux était représenté par 17 milligrammes en avril et par 29 milligrammes en août; par consé-

quent, les eaux de la Lesse étaient plus fortement chargées de calcaire à la période chaude qu'à la saison froide, comme nous l'avons vu pour les chantoirs de Remouchamps.

A la sortie de la grotte de Han, contrairement à ce que nous avons

Tableau IV.

Analyse des eaux de la Lesse au gouffre de Belvaux et au Trou-de-Han (en avril et août).

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.	Silice.	Carbonate neutre de Magnésie.
	1900			En grammes.		En volume centimètres cubes		En grammes.			En grammes.	
N° 11. Lesse au gouffre de Belvaux (grotte de Han)	23 avril	16	14°5	0,0198	0,0143	10,01	7,23	0,038	0,0176	46,31	»	0,0045
N° 12. Lesse à la sortie de la grotte de Han	»	13	13°	0,0451	0,0187	22,81	9,45	0,046	0,0205	44,56	»	0,0060
N° 13. Lesse au gouffre de Belvaux (grotte de Han)	17 août	18	19°	»	»	»	»	0,080	0,0294	36,75	0,020	»
N° 14. Lesse à la sortie de la grotte de Han	»	17	18°	»	»	»	»	0,100	0,0338	33,80	0,020	»

constaté dans la grotte de Remouchamps, nous remarquons que la corrosion du calcaire, de même que l'action chimique générale, est plus forte en août. Pourquoi? Nous croyons ne pouvoir émettre ici qu'une hypothèse pour tâcher de répondre à cette question. Il est probable qu'en été les eaux de la Lesse sont très fortement chargées d'acide carbonique produit par la décomposition de matières organiques végétales; ce qui leur donnerait cette plus forte puissance corrosive du calcaire en août qu'en avril. Ce ne serait donc pas l'acide carbonique provenant de l'eau pluviale qui, à Han, jouerait le rôle principal, comme à Remouchamps, mais bien l'acide carbonique de décomposition organique qui se produit plus abondamment aux hautes températures. L'action chimique générale, également plus énergique ici à l'époque des chaleurs, serait due aux eaux plus chaudes de la rivière qui possèdent ainsi des propriétés dissolvantes plus notables sur presque toutes les matières. Après son passage par la grotte, la Lesse conserve très sensiblement le même degré thermométriqne que celui du gouffre de Belvaux ; tandis qu'à Remouchamps les eaux, en raison de leur faible débit, de la multiplicité et de la longueur des canaux, se refroidissent considérablement dans les galeries souterraines. Ainsi s'expliquerait la plus intense dissolution générale par la rivière, en été, telle que nous l'avons trouvée à la sortie de la grotte de Han.

Au mois d'août, la Lesse nous a fourni à Belvaux une quantité assez notable de silice (20 milligrammes), que nous avons recueillie exactement en même poids (20 milligrammes) au Trou-de-Han; par conséquent, la dissolution des matières siliceuses est nulle dans les dédales de la grotte.

En avril, 1 $^1/_2$ milligramme de carbonate de magnésie a été enlevé dans les galeries souterraines par la corrosion des eaux de la Lesse. Très probablement, cette proportion est plus notable en août; malheureusement, faute d'avoir alors une quantité suffisante d'eau, nous n'avons pu le constater.

IV. — La Lesse et le Puits-des-Veaux.

Nous avons affaire ici à un cas absolument différent des trois précédents. Le Puits-des-Veaux, vaste effondrement de caverne qui se creuse sur la déclivité d'une montagne calcaire (Waulsortien) de la commune de Furfooz, est situé au centre d'un massif contourné par une boucle de la Lesse. Le fond de ce puits est occupé par un lac, en

grande partie invisible, qui communique temporairement avec la rivière aux périodes de fortes crues, ainsi que cela a été observé le 6 décembre 1900.

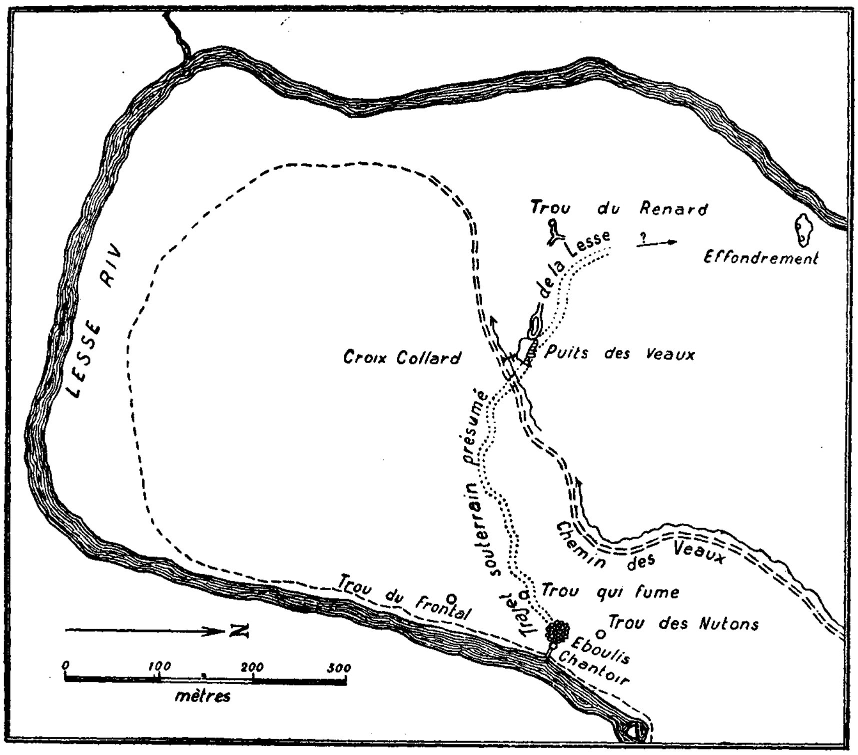


FIG. 3. — Croquis montrant la communication souterraine probable de la Lesse avec le Puits-des-Veaux.

Il nous a paru utile de rechercher s'il y avait de notables différences entre la quantité de chaux en solution dans les eaux du Puits-des-Veaux et dans celles de la Lesse. Nous avons donc prélevé des échantillons dans ce lac souterrain et dans la rivière à l'endroit où celle-ci, lorsqu'elle est en crue, s'engouffre dans un chantoir pour atteindre le Puits-des-Veaux. A vol d'oiseau, la distance entre ces deux points est d'environ 300 mètres.

Nous voyons qu'en juillet, le résidu fixe des eaux de la Lesse à Furfooz était de 92 milligrammes pour 170 milligrammes au Puits-des-Veaux. La quantité de carbonate de chaux était représentée par

58 milligrammes dans la rivière pour 97 milligrammes dans le lac souterrain.

Tableau V.

Analyse des eaux de la Lesse et du Puits-des-Veaux.

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.
	1900			En grammes.		
N° 15. Lesse à Furfooz	19 juillet	30°?	24°	0,092	0,0588	63.91
N° 16. Eau du Puits-des-Veaux . .	»	?	11°5	0,170	0,0970	57.05

La différence entre le résidu fixe de la Lesse et celui du Puits-des-Veaux est donc de 78 milligrammes en faveur de ce dernier, et dans ce poids, la chaux compte pour 38 milligrammes, soit 50 % de la dissolution totale. L'eau stagnante exerce donc, semble-t-il, une action corrosive sur les roches qui la contiennent. Nous n'avons pas à entrer dans des considérations à ce sujet, parce que des causes d'infiltrations ou d'autres encore, telles que l'engouffrement d'un ruisselet supérieur, etc., qui sortent du cadre de cette étude, peuvent modifier la composition de la nappe liquide et par conséquent fausser les déductions que l'on pourrait en tirer.

CONCLUSION.

Les analyses dont nous venons d'examiner successivement plusieurs cas de nature bien différente, nous permettent de dire, d'une façon générale, que la corrosion par les rivières souterraines est encore très notable de nos jours, et que ces actions chimiques sont considérablement influencées par les conditions climatériques.

Pour ne citer qu'un exemple très concluant de sa puissance chimique et de ses variations suivant les saisons, nous n'avons qu'à jeter

un coup d'œil sur le tableau IV d'analyses. Nous y voyons que la Lesse a enlevé en juillet 20 milligrammes de matières solides aux parois rocheuses par son passage dans la grotte de Han, ce qui représente un cinquième de tout ce que la rivière et ses affluents avaient dissous depuis leurs sources jusque Belvaux.

Les ramifications de tous ses ruisseaux supérieurs, joints au cours de la rivière depuis son origine jusqu'au gouffre de Belvaux, représentent une longueur de plus de 250 kilomètres, alors que le passage de la rivière dans les galeries de la grotte de Han ne doit pas dépasser environ 2 kilomètres, d'après les récentes expériences de M. Ern. Van den Broeck. Non seulement les affluents d'amont se répartissent sur une distance cent vingt-cinq fois plus longue que le trajet souterrain à Han, mais ils proviennent de plus de cent sources, dont chacune amène, par corrosion produite dans ses infiltrations supérieures, son contingent de matières en solution.

Le quatrième tableau nous donne aussi un bel exemple de variabilité suivant les saisons. Nous y constatons qu'en avril l'ablation totale n'est que de 8 milligrammes, pour 20 milligrammes en août; en d'autres termes, l'action chimique est affaiblie de 50 °/₀ à la basse température. Nous devons toutefois ajouter que l'énergie corrosive est soumise à de multiples variations provenant de diverses causes qui, pour certains cas particuliers et dans certaines circonstances, peuvent agir de façon différente. C'est ainsi qu'à Remouchamps nous avons vu la puissance chimique augmenter d'un tiers à la période froide, tandis qu'à Han nous venons de dire qu'elle s'affaiblissait de plus de 50 °/₀ à la même période. Une série de nombreuses analyses et de recherches devraient être faites, de tous côtés et à plusieurs saisons, pour pouvoir connaître avec quelque certitude les causes de ces variations.

Terminons par une démonstration dont le but est de mettre en lumière, au moyen de quelques chiffres basés sur nos analyses, quelle est actuellement l'intensité de l'action chimique dans les galeries souterraines. Pour cela nous avons demandé à M. G. Henin, contrôleur de la grotte de Han, de bien vouloir faire des mesurages — suivant des indications très précises qui lui avaient été envoyées — pour nous permettre d'établir le débit de la Lesse à la sortie de la grotte. Nous ne saurions assez le remercier pour l'exactitude et le soin qu'il a apportés à nous donner tous les renseignements nécessaires. Notre ami Jos. Lagasse, de Remouchamps, a également droit à notre reconnaissance pour la peine qu'il a prise de nous fournir les mêmes données pour le Rubicon.

Les eaux de la Lesse, au moment du mesurage, étaient à leur niveau normal. La base des chiffres qui vont suivre sera donc appuyée sur le débit de la rivière tel qu'il a été constaté alors, et nous le supposerons égal toute l'année. Les résultats ne seront donc qu'une approximation, mais cependant aussi exacte que possible.

D'après le résidu fixe (action chimique totale) de 20 milligrammes par litre en juillet, qui a été dissous par le passage de la Lesse dans les galeries de Han et d'après le jaugeage des eaux de la rivière, nous pouvons dire qu'en une minute $3^{kgr},480$ de matières en solution sortent de la grotte, en plus que ce qui y entre; en une heure $218^{kgr},800$; en un jour $5.150^{kgr},200$. Enfin, en supposant la corrosion égale toute l'année, nous trouvons la quantité énorme de 1.879.750 kilogrammes de produits dissous et charriés par les eaux à l'extérieur.

Si l'on multipliait ces chiffres par le nombre incalculable de siècles qu'il a fallu pour former les cavernes et si l'on se reportait aux périodes où d'abondantes précipitations atmosphériques caractérisaient certaines époques du Quaternaire, on se rendrait compte, bien clairement, de ce que pourrait produire la puissance de l'action chimique souterraine se prolongeant au cours des temps. Le creusement de ces immenses vides que l'on remarque dans la grotte de Han, par exemple la salle du Dôme, s'explique plus aisément par l'énergique corrosion que nous venons d'entrevoir, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'y faire entrer en jeu la force des actions mécaniques. Nous ne nions pas cependant le concours parfois important de ces dernières dans certains cas ou dans des circonstances spéciales; mais nous pensons que l'action chimique des eaux courantes, provenant soit d'engouffrements multiples, soit d'infiltrations très rapides aux temps anciens, a été, et de beaucoup, le facteur principal du creusement des galeries dont nous nous sommes occupés.

Un exemple nous en est offert à Remouchamps. Il nous représente assez bien, semble-t-il, mais en diminutif, ce que devait être autrefois le mode général de creusement des cavernes. Le jaugeage du Rubicon, qui a été fait en hiver au « précipice », c'est-à-dire à la sortie de la grotte et à un moment où le ruisseau dépassait un peu son niveau normal, va nous permettre de montrer quelle est la puissance de l'action chimique totale, comme nous venons de le voir pour Han. Nous prendrons comme base du calcul le chiffre de 146 milligrammes de matières fixes par litre enlevés en avril dans les dédales du sous-sol, et nous supposerons que le débit du ruisseau et son action corrosive restent les mêmes durant toute l'année. Si le volume des eaux de la

Lesse est de beaucoup plus considérable que celui du Rubicon, par contre la quantité de produits corrodés souterrainement par ce dernier est supérieure à celle de la Lesse de plus de sept fois. C'est ainsi que, malgré le faible débit du Rubicon, environ 239 litres à la seconde, on peut dire qu'en une minute ses eaux charrient au dehors 2^{kgr},268 de matières en solution; en une heure 136 kilogrammes; en un jour, 3.265 kilogrammes, et enfin en une année 1.191.725 kilogrammes.

Tout ce que nous venons de dire nous montre qu'un vaste champ de recherches est ouvert à celui qui voudrait entreprendre une étude chimique détaillée de nos rivières souterraines — dont notre étude n'est à peine qu'une ébauche. Nous sommes convaincus que de nouvelles et plus complètes analyses, faites à cinq ou six époques différentes de l'année, apporteraient des résultats d'un grand intérêt scientifique qui contribueraient à mieux faire comprendre certaines phases du creusement chimique des cavernes, notamment les variations de l'énergie corrosive dans les temps géologiques suivant les conditions climatériques qui les régissaient.

M. *Mourlon* remercie M. *Rahir* des communications qu'il vient de faire et le félicite du soin et de l'enthousiasme qu'il apporte dans ses travaux de recherches, qualités qu'il lui a été permis de constater personnellement. Il adresse également ses félicitations à son dévoué collaborateur M. J. Du Fief, dont les consciencieuses opérations chimiques ont permis de mettre si bien en évidence les intéressants résultats qui viennent d'être exposés.

Étant donné l'ordre du jour très chargé de la séance, la discussion éventuelle des précédentes communications est remise au moment où nos collègues pourront, dans le premier fascicule du *Bulletin* de 1901, avoir sous les yeux le texte imprimé de ces communications.

A. Rutot. — **Sur une preuve de l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène.**

En revoyant en détail les très nombreux spécimens de silex d'industrie reutelienne que j'ai recueillis à la base des dépôts quaternaires de la terrasse supérieure de la vallée de la Lys, j'ai pu faire une observation qui tendrait à démontrer l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène.

A la suite de diverses considérations, qu'il est inutile de reproduire

ici, j'en suis arrivé à montrer que l'important cailloutis de silex qui couvre le fond de la terrasse supérieure de la vallée, comprise entre les altitudes 40 et 80 mètres au-dessus du niveau de la mer, a été déposé, comme cailloutis fluvial, par des eaux torrentielles, tout à la fin de l'époque pliocène.

C'est seulement lorsque les eaux se furent retirées, pendant la première période glaciaire quaternaire, dans le thalweg des vallées, que les berges caillouteuses asséchées permirent aux familles humaines de s'établir à leur surface et d'en utiliser les éléments d'une manière spéciale et caractéristique; ce qui nous autorise à distinguer cette industrie de celles précédemment connues et à lui attribuer le nom d'*industrie reutelienne.*

Le cailloutis qui couvre, sur une vaste étendue, le fond de la terrasse supérieure est composé, en proportion à peu près égale, de rognons irréguliers, volumineux, souvent entiers, parfois brisés, de silex et de cailloux roulés ou galets de silex.

Les premiers proviennent de la désagrégation des couches d'argile à silex qui s'étaient formées par altération de la surface de la craie à silex constituant le sommet de la crête de l'Artois; pendant la période continentale des derniers temps de l'époque pliocène, les eaux douces ont délavé cette argile à silex et en ont charrié les éléments lourds dans le fond de l'immense vallée de la Lys, creusée dans l'Éocène inférieur (étage paniselien).

Les seconds proviennent du démantèlement, sur place, des couches du Pliocène moyen ou Diestien, dont le sommet est constitué par des amas épais de ces cailloux roulés.

Lorsqu'on examine les éléments du cailloutis amené dans le fond de la vallée de la Lys vers la fin de l'époque tertiaire, on reconnaît donc que les silex roulés ou galets sont généralement intacts, ainsi que les rognons ou éclats de couleur rouge ou jaune; tandis que les rognons de silex noir portent, en grand nombre, des traces évidentes de percussion non accidentelle, mais intentionnelle.

Ces percussions ont produit, à la surface des rognons de silex noir, deux effets différents, selon que les coups portés étaient violents ou faibles et répétés.

Les coups violents, portés sur un même point, ont détaché toute une série de longues esquilles partant du point de frappe et s'écartant progressivement comme les rayons d'une étoile.

Les coups, ménagés et souvent répétés, produisent, par l'enlèvement d'une multitude de tout petits éclats, une surface rugueuse d'aspect

subcristallin, tout particulier, résultant de l'écrasement de la surface frappante.

Enfin souvent, des tubercules, gênants pour la préhension, ont été abattus; d'autre part, des percuteurs, employés trop brutalement, se sont brisés en plusieurs grands fragments.

Donc l'utilisation et l'accommodation des rognons de silex noirs à l'époque reutelienne ont été, pour les rognons utilisés, la cause d'une multitude de cassures diverses.

D'une manière très générale, toutes ces cassures ne se sont pas patinées dans la suite des temps, et, lors de la crue moséenne, correspondant au premier interglaciaire, toutes ces cassures ont simplement reçu, par suite du frottement des eaux chargées de sable qui avaient de nouveau recouvert tout le cailloutis, le beau poli bien connu de beaucoup de pièces quaternaires.

L'ensemble d'une série de silex d'industrie reutelienne se présente donc sous forme de rognons à croûte lissée, gris sombre, fond sur lequel ressortent vivement les belles surfaces noires à aspect luisant et gras des cassures.

Mais lorsque l'on a devant soi d'importantes séries pour lesquelles la recherche de la « belle pièce » n'a pas été l'unique préoccupation, on distingue çà et là des pièces à facettes d'utilisation évidente et cependant complètement patinées.

Enfin, on en distingue d'autres qui, bien que portant des facettes d'utilisation évidente, entièrement patinées, présentent aussi d'autres facettes d'utilisation, recoupant les précédentes et montrant le beau noir luisant des pièces fraîches.

D'une manière générale aussi, les pièces à cassure noire et polie présentent des angles vifs. Ces angles et arêtes ont toutefois toujours perdu leur tranchant vif par l'action même qui a opéré le polissage des facettes.

D'autre part, les pièces à facettes d'utilisation entièrement patinées ont un aspect très sensiblement plus roulé que celles non patinées, et les arêtes vives sont remplacées par des raccords courbes très accentués.

Enfin, chez les pièces qui présentent à la fois des facettes patinées et des facettes qui ne le sont pas, tous les angles des facettes patinées sont fortement arrondis, tandis que les angles des facettes noires et polies sont simplement émoussés.

A mon avis, à ces constatations une conclusion rationnelle s'impose.

Les instruments entièrement patinés et roulés découverts dans le

cailloutis de la Flandre sont venus, *portant déjà leurs traces d'utilisation*, comme simples éléments du cailloutis, avec la masse des rognons non utilisés.

Or, comme le dépôt, par les eaux torrentielles, du cailloutis de la Flandre s'est opéré tout à la fin du Tertiaire, il s'ensuit que les instruments dont il est question avaient déjà été utilisés, sur la crête de l'Artois même, par des populations pré-reuteliennes qui s'y étaient établies avant la fin du Tertiaire.

D'autre part, les instruments en partie patinés et en partie non patinés sont des instruments déjà utilisés à l'époque pliocène, charriés par les eaux comme éléments lithologiques du cailloutis et inconsciemment repris par les populations reuteliennes du commencement du Quaternaire, dans la vallée de la Lys, pour de nouveaux usages.

Il est hautement probable que des recherches faites sur place, sur la crête de l'Artois, feraient découvrir des gisements *in situ* de silex utilisés tertiaires.

J'ajouterai, du reste, que j'ai déjà recueilli, il y a nombre d'années, quantité d'instruments du type reutelien au Cren d'Escalles et en général au sommet des falaises du cap Blanc-Nez, situées précisément sur la ligne de la crête de l'Artois.

Enfin, je ferai remarquer combien les résultats de ces nouvelles observations concordent avec ceux qui découlent de l'étude des matériaux de l'alluvion pliocène à faune de l'*Elephas meridionalis* de Saint-Prest, qu'a bien voulu me faire parvenir M. Laville.

A Saint-Prest, comme sur la crête de l'Artois, des populations humaines ont dû exister et ont utilisé le silex exactement de la même manière, c'est-à-dire en l'employant presque exclusivement pour la percussion.

C'est donc en réalité vers la fin du Tertiaire que l'industrie reutelienne a pris naissance.

Lorsqu'on songe maintenant combien peu de recherches semblables à celles auxquelles je me livre sont effectuées, combien les industries anciennes ne comportant pas de « pièces à effet » qui « tirent l'œil » sont méconnues et incomprises, on peut conclure que nombre de découvertes importantes de cette espèce pourront être faites dès que l'exploration nouvelle des hauts plateaux à affleurements crétacés sera sérieusement entamée.

En Angleterre, où l'attention des savants est mise en éveil depuis une quinzaine d'années, les recherches ont déjà conduit à d'importants résultats.

Outre la découverte des silex dits « éolithiques » au sommet du Chalk-Plateau du Kent, sur lesquels j'ai déjà formulé un avis et dont je reparlerai ci-après, une trouvaille des plus importantes a été signalée, dès 1897, par M. W. J. Lewis Abbott, dans sa note intitulée : *Worked flints from the Cromer Forest bed.* (NATURAL SCIENCE, 1897.)

Si je puis en juger d'après les figures publiées, les silex rencontrés par M. Abbott dans la couche ferrugineuse dite *Elephant bed* du Cromer Forest bed, sont en tous points semblables à ceux de la crête de l'Artois, à ceux de Saint-Prest et à ceux du Reutelien de la Flandre. Ce sont bien des percuteurs, généralement assez volumineux, montrant nettement les traces de la percussion.

D'autre part nos confrères anglais, MM. Harrisson, S. Kennard, P. Martin, qui s'occupent spécialement de la question des silex « éolithiques » du Chalk-Plateau du Kent, m'affirment, contrairement à ce que Prestwich en a dit, que l'on rencontre des « éolithes » non pas seulement à la *surface* du *drift* des hauts plateaux, mais *dans* et même à assez grande profondeur dans ce *drift*, puisqu'il faut effectuer des fouilles de plusieurs pieds de profondeur pour les découvrir. Ils continuent donc à considérer ces derniers comme tertiaires.

Ce fait change la face de la question des silex du Chalk-Plateau, en ce sens qu'il y a maintenant à distinguer les silex appartenant réellement au *drift* et ceux que l'on rencontre à sa surface.

En toute évidence, les silex « utilisés » rencontrés *dans le drift* lui appartiennent, et comme tous les géologues admettent que ce *drift* est Pliocène, il est tout aussi certain que les silex qu'il renferme sont d'âge pliocène et un peu plus anciens que le *drift*, car celui-ci, étant un dépôt d'eaux torrentielles, est venu recouvrir de ses sédiments le cailloutis précédemment occupé par la peuplade qui les utilisait.

M. P. Martin, à qui j'ai envoyé une série de silex mesviniens types de l'exploitation Helin, à Spiennes, me dit que les types mesviniens ne se rapportent pas à ceux des « éolithes » que l'on recueille *dans le drift*, mais à ceux que l'on trouve sur le *drift* et sur la haute terrasse des vallées.

Il y a donc encore là de précieuses indications pour la connaissance de l'homme tertiaire, et il ne se passera plus guère de temps avant que de nombreux gisements, rationnellement interprétés, nous aient fourni des indications précises sur l'industrie et sur les mœurs de l'homme pliocène.

4° Programme d'une étude scientifique des sables boulants.

La convocation envoyée aux membres de la Société pour la séance de ce jour était accompagnée d'une notice développant le n° 4 de l'ordre du jour, et qui était rédigée comme il suit :

APPEL AUX MEMBRES
DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE.

PROGRAMME PROVISOIRE
POUR L'ÉTUDE DES SABLES BOULANTS.

Les sables boulants et les argiles fluentes ont toujours été une cause de grandes difficultés pour les architectes et pour les ingénieurs.

Sous ce rapport, l'histoire de nos travaux publics est pleine d'exemples de difficultés péniblement vaincues et de difficultés non encore vaincues. Ce dernier cas se présente pour la tranchée du canal de jonction de la Lys à l'Yperlée, au sujet de laquelle M. *Froidure,* ingénieur des ponts et chaussées à Ypres, a publié en 1897 et en 1900 d'excellents articles dans les *Annales des travaux publics de Belgique.*

Les articles de M. Froidure examinent d'une façon complète et approfondie la question des argiles fluentes, et contiennent aussi quelques aperçus très intéressants sur la question des sables boulants.

Ces articles ont suggéré à l'un de nos collègues le désir de nous voir faire une étude méthodique et complète de toutes les questions relatives aux sables boulants.

Voici, dans sa pensée, quel pourrait être le cadre de cette étude :

1° Examen microscopique des sables à étudier.

2° Établissement d'une échelle des grosseurs des sables.

3° Mesure de la quantité d'eau que les différents sables sont susceptibles d'absorber.

4° Mesure de la capillarité, ou force ascensionnelle de l'eau dans le sable.

CONCLUSION ÉVENTUELLE :

Division des sables en sables drainables et sables non drainables; autrement dits : sables dont le caractère boulant est permanent, et sables dont le caractère boulant est accidentel.

En acceptant d'entreprendre cette étude, un groupe de nos collègues sollicite le concours de ceux des membres de la Société belge de géologie qui, comprenant l'importance de cette question d'*intérêt général*, voudraient bien apporter des éclaircissements *techniques* ou *scientifiques* sur le problème en vue.

Il conviendrait, tout d'abord, de *compléter* et de préciser le programme ci-dessus, de réunir le plus grand nombre possible d'observations *sérieusement faites* et de faits *précis*, ainsi que de dresser la *bibliographie* de la matière.

Le Secrétaire général,
E. VAN DEN BROECK.

M. le *Président*, avant d'aborder le sujet faisant l'objet de la quatrième communication annoncée, savoir : *Appel aux membres de la Société belge de géologie en vue d'une étude scientifique des « sables boulants », à l'occasion de travaux souterrains à exécuter à Bruxelles*, attire l'attention de ses nombreux collègues présents à l'assemblée (1) sur l'importance qu'il faut donner à cette question des « sables boulants » et exprime le désir que, dans cette étude, on se confine exclusivement dans le domaine scientifique, de manière à éviter les écueils dont une question d'application de cette nature pourrait se trouver hérissée.

Indépendamment de la question des sables boulants, il y a celle des grands travaux souterrains qui vont être entrepris à Bruxelles pour le raccordement de deux lignes de chemin de fer.

Pour ces travaux, le *Gouvernement* ne s'est pas seulement inspiré des idées techniques de l'œuvre à accomplir, mais il s'est aussi inquiété du côté géologique de la question, et la preuve en est dans la nomination d'une *Commission géologique* instituée à cette fin et composée de trois membres pris dans le sein même de la Société belge de géologie.

Bien que la situation ainsi créée pour ceux-ci soit quelque peu embarrassante vis-à-vis de cette dernière, en présence de la responsabilité que ces trois membres ont à assumer à l'égard du Gouvernement,

(1) Une *cinquantaine* de membres assistaient à la séance.

M. *Mourlon* estime que l'étude des sables boulants, resserrée exclusivement dans les limites que lui assigne la science, mérite toute l'attention de nos confrères, et il émet le vœu de voir jaillir la lumière de la discussion à laquelle cette étude sera soumise et qui, dans ces conditions, ne peut manquer d'aboutir.

Il ne faut pas perdre de vue, dit-il, que les travaux de la Société seront suivis par le public, par la presse, qui s'en emparera, et il importe surtout, en prévision de cette situation, d'éviter de provoquer des craintes parmi la population, qui n'a déjà que trop de tendance aux idées préconçues.

Il faut de plus, ajoute-t-il, féliciter le *Gouvernement* de la prudence avec laquelle il a agi en demandant l'avis de spécialistes de la Société, dont la compétence est ainsi affirmée une fois de plus.

La Commission géologique, adjointe par le Gouvernement aux techniciens appelés à diriger l'œuvre, est composée de MM. *M. Mourlon*, président de la Société et directeur du Service géologique; *A. Renard*, ancien président de la Société, et *A. Rutot*, auteur des levés géologiques au 20 000e de la planchette de Bruxelles.

M. *Van den Broeck* se rallie à la manière de voir de M. le Président, qui sera aussi celle de tous nos collègues, il n'en doute pas.

La Société belge de géologie n'a à s'occuper que du côté scientifique de la question, dans ses rapports avec notre spécialité, et l'appel qui a été adressé aux membres a été rédigé strictement dans cet esprit et dans le but d'éclairer à la fois les techniciens et les géologues de la Commission gouvernementale et tous ceux, si nombreux de par le monde, que des éclaircissements apportés sur la question du « boulant » intéressent, aussi bien au point de vue technique que scientifique.

Au surplus, cette question des sables boulants se caractérise d'elle-même; il a suffi de la mettre à l'ordre du jour pour recevoir, sur cette résolution, les avis les plus élogieux, des promesses de puissants concours et des encouragements nombreux des savants du pays et de l'étranger.

M. le *Secrétaire général* donne ensuite lecture du résumé ci-après de la correspondance qu'il a reçue relativement à cette question.

Correspondance reçue au sujet du projet d'étude scientifique, par la Société, de la question des sables boulants.

M. le Secrétaire général résume cette correspondance, reçue dès l'annonce du programme proposé par la Société, et dont le développement et le contenu montrent que celle-ci peut largement compter sur l'adhésion et sur le concours de ses membres les plus distingués, les plus compétents.

De nos collègues belges, nous avons déjà reçu, outre des approbations orales nombreuses, de multiples lettres d'adhésion, d'offres de concours et de félicitations. Ainsi, M. *Brouhon*, directeur du Service des eaux à Liége, nous fait espérer, après la clôture d'une affaire, précisément en litige actuellement, sur cette question, un exposé fort instructif sur la matière. Il en est exactement de même avec M. *J. Cornet,* professeur à l'École des Mines de Mons.

M. le commandant *E. Cuvelier,* professeur de géologie à l'École militaire, nous promet son concours éclairé.

M. *F. De Schryver,* Ingénieur en chef, Directeur des travaux des installations maritimes de Bruxelles, fait remarquer qu'il a installé sur les chantiers des travaux du port de Bruxelles, un laboratoire d'essais de matériaux, qu'il met à notre disposition comme pouvant peut-être convenir pour faire certaines expériences techniques sur les sables boulants. Il nous promet son dévoué concours à l'œuvre collective et signale que les fouilles du bassin maritime du futur port de Bruxelles atteignent en ce moment les *boulants,* représentés par des sables fins très aquifères, interstratifiés dans des alluvions grises limoneuses. Lorsqu'on opère le drainage, l'eau contenue dans ces sables délaie les particules argileuses et transforme les limons en terrains très peu consistants.

M. l'ingénieur *Flamache,* professeur à l'Université de Gand, accorde volontiers son concours; il considère que cette étude possède une importance capitale, surtout en ce moment, pour ce qui concerne les grands travaux souterrains en vue pour Bruxelles.

M. *Froidure,* ingénieur des ponts et chaussées, à Ypres, auteur d'études intéressantes traitant des dépôts boulants et surtout des argiles fluentes, qui contrarient encore avec tant de persistance les travaux du canal de la Lys à l'Yperlée, fournit de précieux renseigne-

ments bibliographiques et se tient à la disposition de la Société pour tous autres renseignements.

M. l'ingénieur *Gobert*, qui est le collègue ayant le premier exprimé le désir de voir la Société s'occuper de la question et dont le programme provisoire figure dans l'appel adressé aux membres, se tient évidemment tout à notre disposition pour nous aider.

M. *Kemna*, directeur des *Water-Works* d'Anvers, se chargera volontiers d'exposer les méthodes d'analyse mécanique des sables, pratiquées en Amérique pour les distributions d'eau.

M. *Klément,* chimiste et conservateur au Musée royal d'histoire naturelle à Bruxelles, est d'accord avec presque tous les auteurs de la correspondance ici résumée pour signaler qu'il n'existe pour ainsi dire pas de bibliographie relative aux sables boulants et que tout reste encore à faire, même dans cette voie d'introduction à l'étude proposée. Il signale que notre confrère des Pays-Bas, M. *Schroeder van der Kolk,* s'est occupé longuement des sables hollandais, quoique assez spécialement, il est vrai, au point de vue de leur composition minéralogique. M. Klément veut bien promettre ses bons offices pour l'étude mise à l'ordre du jour.

M. *L. Monnoyer,* entrepreneur à Bruxelles, espère également pouvoir nous être utile au cours des études proposées.

M. l'ingénieur hydraulicien *Moulan,* empêché par l'état de sa santé de se rendre à la séance, a la gracieuseté de nous envoyer une longue et très intéressante lettre, des plus suggestives, dont il sera donné lecture complètement dans quelques instants.

M. l'ingénieur *L. de Somzée* nous envoie, pour le nouveau rayon spécial qui s'ouvre dans notre bibliothèque d'applications géologiques, une notice publiée à Bruxelles en 1897 et fournissant la description d'un système breveté de captage d'eau des sables aquifères, applicable à l'exécution des travaux souterrains dans les sables boulants.

M. le baron *Oct. van Ertborn,* l'expérimenté foreur de puits artésiens, qui a eu à lutter souvent contre les sables boulants de nos plaines tertiaires, nous promet un concours que sa longue expérience nous fait prévoir des plus fructueux.

M. *Th. Verstraeten,* l'ancien directeur du Service des eaux de la ville de Bruxelles, nous laisse sans doute espérer un concours analogue lorsqu'il nous rappelle qu'il a naguère exécuté des kilomètres de galeries de drainage dans les sables boulants qu'il a eu à combattre lors de la construction du réseau alimentaire établi sous le sol du bois de la Cambre et de la forêt de Soignes.

Enfin M. le commandant du génie *J. Willems* s'inscrit également volontiers pour nous apporter son précieux concours dans le nouveau programme d'études pratiques que compte aborder la Société.

De l'étranger, les sympathies et les adhésions nous sont également arrivées nombreuses, en même temps que des données précieuses pour l'étude proposée.

M. *P. Arrault*, de Paris, l'ingénieur foreur de puits artésiens, bien connu, nous envoie une lettre dont le contenu sera fourni plus loin, à la suite de l'extrait d'une communication intéressante de M. *J. Bergeron*, professeur de géologie à l'École centrale des Arts et Manufactures de Paris.

M. *Bleicher*, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, nous dit que s'il nous paraît que la micrographie puisse venir en aide, il met ses lumières et sa technique microscopique à notre disposition et nous prie de lui envoyer des échantillons de sable boulant à examiner.

M. *Paul Choffat*, le distingué géologue du Service géologique portugais et champion zélé de la géologie appliquée, nous rappelle ce qu'il a dit des sables boulants dans son étude si consciencieuse du tunnel du Roccio. Il a encore rencontré ce fléau dans un puits dont la maçonnerie ne suffisait pas pour les contenir et qu'il a fallu blinder vers le fond avec un manchon en fer, devenu à son tour insuffisant. Dans un autre cas des plus curieux, cité par M. Choffat, et relatif à une recherche d'eau par galerie, le sable, quoique parfaitement sec, coulait littéralement avec une telle persistance que les mineurs durent renoncer à la besogne.

M. *A. de Grossouvre*, ingénieur en chef des mines, à Bourges, tout en avouant que la question posée le prend un peu au dépourvu, annonce tout l'intérêt avec lequel il suivra nos discussions, et il expose l'utilité qu'il y aurait à s'occuper parallèlement de la recherche des eaux par sondage dans une nappe aquifère renfermée dans des sables fins, fluides, entraînés par un courant ascensionnel. Il dit avoir vu souvent des cas de ce genre ayant donné lieu à des difficultés inextricables.

M. le professeur *Gosselet*, de Lille, approuve et encourage nos recherches, mais regrette que ses trop nombreuses occupations ne lui permettent pas d'y prendre une part bien active.

M. le Dr *Imbeaux*, ingénieur-directeur du Service des eaux de la ville de Nancy, n'a pas eu l'occasion de combattre les sables boulants, mais croit utile de nous signaler les méthodes de classification des sables par la grosseur des grains (taille effective) et l'uniformité

(coefficient d'uniformité) employées par le *State Board of Health* de l'État du Massachusetts (voir le *Report* de 1892).

M. *A. de Lapparent*, professeur de géologie à l'École supérieure des hautes études de Paris, considère que la question n'a guère été abordée que dans l'ordre technique. Il ne se croit pas, comme géologue, en possession de lumières suffisantes pour la résoudre. Il croit savoir toutefois qu'à l'air libre, les sables, même les plus fins, quand ils sont secs, acceptent très bien de se tenir en équilibre sur une paroi verticale. Il en conclut que la qualité de *boulant* est donnée *par l'eau dont ils sont imbibés*. C'est ainsi, dit-il, qu'un puits de 8 mètres, foré à Pagny-sur-Meuse, a rencontré, au fond, du sable boulant formé par les anciennes alluvions de la rivière; et tout le monde sait, ajoute-t-il, qu'il n'y a rien de moins ébouleux que les sables de rivières quand ils sont secs.

M. *Otto Lang*, le géologue bien connu de Hanovre, nous envoie une longue lettre, d'une importance telle que la traduction intégrale en sera fournie plus loin.

M. *C. Oebbeke*, professeur au laboratoire minéralogique et géologique de l'École des hautes études à Munich, félicite la Société et les promoteurs de la question posée de leur utile initiative, et tout en regrettant d'être en ce moment trop surchargé de besogne pour pouvoir nous aider, demande à être tenu au courant de nos travaux en une matière qu'il considère être de grande importance et cependant *des moins connues* jusqu'ici.

M. l'ingénieur *A. Potier*, ancien président de la Société géologique de France, regrette que, depuis dix ans, la maladie qui le tient entièrement immobilisé l'empêche de se tenir en communication avec le monde extérieur et notamment avec ses vieux amis de Bruxelles. Il considère la question comme fort intéressante. Il ajoute que les sables boulants ne lui paraissent guère susceptibles d'une définition précise. Le Quaternaire, la base du sable de Fontainebleau, quand elle est dissimulée sous le limon, d'autres sables maigres et faisant partie d'une nappe aquifère offrent souvent de grandes difficultés aux ingénieurs. Les Autrichiens ont eu l'occasion d'étudier ces phénomènes en grand lors des éboulements qui ont accompagné récemment l'exploitation des lignites de Moravie. Leurs travaux et la description des accidents ont été résumés récemment dans les *Annales des mines de Paris*. On y trouve l'indication des mémoires allemands originaux; c'est, à la connaissance de M. Potier, l'exemple le plus récent.

Après ce résumé, M. le Secrétaire général donne lecture des extraits suivants de plusieurs des lettres reçues de quelques-uns de nos col-

lègues ayant commencé à aborder, d'une manière plus précise, les points à discuter.

1° Extrait d'une communication de M. le professeur J. Bergeron, de Paris.

MON CHER CONFRÈRE,

Les sables boulants que je connais sont tous siliceux, non argileux ou très peu argileux, fins, calibrés ; de plus, ils correspondent à une nappe aquifère. Ils ne sont boulants que parce qu'au fur et à mesure qu'on les enlève et par suite qu'on y fait un vide, l'eau s'y précipite en entraînant ces sables. C'est une question de propriétés physiques et de gisement de la part de ces derniers.

Tous les niveaux sableux peuvent fournir des sables boulants, si ces derniers présentent les conditions que je viens d'énoncer. Les niveaux sableux se rencontrent surtout dans l'Eocène; c'est dans ce dernier que se trouvent surtout les sables boulants. Quant aux sables oligocènes, ils occupent, dans les environs de Paris, les flancs des vallées; celles-ci drainent les sables *stampiens;* il en résulte qu'ils ne sont pas boulants, mais, à l'occasion, ils pourraient l'être.

Je ne connais aucune bibliographie sur la question. Voici quelques indications que j'ai relevées pour moi ; je vous les envoie (1).

Il serait bien utile de publier la bibliographie que vous pourrez réunir; il n'y a aucune bibliographie de géologie appliquée, alors que c'est indispensable.

J. BERGERON.

2° Traduction d'une lettre reçue de M. Otto Lang, à Hanovre.

MONSIEUR ET CHER CONFRÈRE,

En vous remerciant d'abord de l'honneur que vous m'avez fait en me consultant, je regrette que mes occupations ne me permettent pas actuellement de revoir les indications bibliographiques sur les « sables

(1) Les documents fournis par M. Bergeron et par d'autres collègues feront partie de la BIBLIOGRAPHIE que la Société compte réunir et faire paraître prochainement et pour laquelle elle réclame, de tous, **le plus de matériaux possible.**

boulants » qui se trouvent, par exemple, dans les travaux sur les irruptions de ces sables à Brüx, à Schneidemühl et à Briansk. Il n'existe pas, que je sache, de monographie sur cette question.

Je considère comme très important un fait que l'on rapporte de Brüx, où, dans la nuit du 20 au 21 juillet 1895, par suite d'une irruption de sable boulant, trente et une maisons furent détruites, soixante autres endommagées et plus de 2,000 habitants se trouvèrent sans abri : une couche de sable boulant, de forme lenticulaire, de 3 à 10 mètres d'épaisseur et d'environ 450 mètres d'étendue horizontale, s'est déversée dans le puits « Anna », où l'eau et le sable se séparèrent et où ce dernier, d'un volume estimé à 50,000 mètres cubes, se déposa, formant une masse assez solide de 9 mètres de hauteur. Par un simple changement des conditions statiques, le sable boulant avait donc perdu son caractère; ce sont donc *ces conditions statiques* qui doivent jouer le rôle le plus important.

D'autres considérations m'ont amené à attribuer une grande importance à ce que l'agrégat minéral soit trempé bien uniformément, tandis que je n'attache pas d'importance *générale* aux propriétés physiques de cet agrégat.

Pour moi, il est notamment indifférent que les particules minérales soient toutes de la même espèce ou d'espèces différentes, ou de savoir de quelle espèce elles sont. Dans la plupart des cas, elles sont formées de quartz; cela provient probablement du fait que le sable quartzeux est le plus répandu et non pas d'une qualification particulière, celle de « à bouler ».

De même, je ne puis voir dans la forme de ces particules des conditions essentielles; mais il se peut que la forme de grains *arrondis* se prête mieux à une agglomération peu stable, tandis que les formes anguleuse ou feuilletée offrent à la poussée de l'eau des faces de résistance plus grandes.

La masse et le volume des particules minérales n'ont, pour moi, d'importance qu'en ce sens que la vitesse d'écoulement nécessaire pour les mettre en mouvement sera d'autant moindre qu'elles seront plus petites. Pour les paillettes argileuses de la vase, — qui est expulsée déjà à une faible profondeur sous une couche solide, — il ne faudra qu'une très faible vitesse d'écoulement, tandis que la pression qui détermine cette vitesse ne sera que tout à fait exceptionnellement assez forte pour imprimer un mouvement ascensionnel à du gravier et ne suffira probablement jamais pour le donner à un conglomérat de galets. Ce n'est qu'un effet du hasard si nous rencontrons, dans la plupart des

cas, du *sable* boulant et non pas de la vase ou du gravier « boulant ».

Une valeur relative, qui mérite peut-être d'être prise en considération pour la définition du sable boulant, doit être attribuée à l'*uniformité du volume* des particules minérales, car il est probable que dans une masse meuble, composée d'éléments de grandeurs différentes, le courant d'eau enlèverait seulement les parties fines et légères et ne donnerait pas lieu à un mouvement uniforme de toute la masse.

Ma définition du sable boulant est, en conséquence, la suivante : « *C'est un agrégat meuble, pénétré uniformément d'un liquide soumis à* » *une pression hydraulique et qui est composé d'éléments de grandeur à* » *peu près égale.* »

Je serais charmé si mes idées étaient prises en quelque considération, et je souhaite le meilleur succès aux discussions sur ce sujet.

Otto Lang.

3° Extrait d'une lettre de M. l'ingénieur P. Arrault, de Paris.

Mon cher Collègue,

Je n'ai pas d'autres renseignements à vous donner que les suivants touchant les sables « boulants » ou ébouleux ; ce sont des résultats d'observations faites dans des travaux de sondages ou de tranchées ou tunnels, et il me semble difficile de faire en laboratoire des expériences probantes qui pourraient, d'ailleurs, être bien différentes de ce qui se passe en pratique.

Des sables très fins, ordinairement siliceux, comme les sables yprésiens, stampiens, ceux de l'Eocène aussi bien que du Crétacé, s'ils ne sont pas agglutinés par des matières étrangères : sulfates, carbonates ou pyrites, sont « boulants » quand ils contiennent *de l'eau* et surtout une *nappe ascendante*.

A l'état sec, ces sables peuvent très bien se tenir sur plusieurs mètres de hauteur, quand ils ne sont pas en charge.

A l'état mouillé, ils donnent des foisonnements considérables et s'éboulent constamment, en se distendant. Si la nappe n'est pas jaillissante ou n'a qu'une faible tendance à l'ascension, leur limite est généralement le niveau supérieur de l'eau ; mais si la nappe jaillit au sol, elle en projette de grandes quantités hors du tubage et la base de la colonne finit par s'emplir souvent à de grandes hauteurs.

J'ai constaté au puits artésien de la Butte-aux-Cailles que je construis,

une fusée de 120 mètres de hauteur des sables albiens très fins, qui remplissaient ainsi la colonne de 0^{m},50 de diamètre.

Par la congélation et en prenant les précautions nécessaires pour la pression qui va s'exercer sur les travaux exécutés, il me semble, *a priori*, qu'on doive arriver à les traverser.

Veuillez agréer, etc. PAULIN ARRAULT.

4° Communication de M. l'ingénieur T.-C Moulan, de Laeken lez-Bruxelles.

Dans une lettre adressée au Secrétaire général de la Société, et qui se trouve analysée ci-dessous et quelque peu commentée par M. *Van den Broeck*, notre confrère M. *Moulan*, l'ingénieur hydrologue bien connu, regrette que son état de santé ne lui permette pas d'assister à la séance de ce jour. Il aurait voulu présenter à l'assemblée l'éprouvette qui lui sert à déterminer le degré de fluidité du *boulant* et aurait fait connaître des exemples remarquables de l'action de ce type de terrain.

M. Moulan considère le *boulant* comme constitué par des grains excessivement ténus de sable et d'argile, noyés dans une venue aquifère. Ce qui caractérise le *boulant*, d'après notre confrère, c'est son faible poids spécifique à l'état sec, par rapport à la densité des masses compactes dont il est composé à l'état agissant. Ceci, interprète M. Van den Broeck, impliquerait que, *à l'état agissant* et *boulant*, les grains sableux se trouveraient *assez fortement espacés les uns des autres* au sein de l'élément liquide, et cela par suite du *mouvement propulsif et véhiculatoire* de celui-ci.

Il arrive, d'après M. Moulan, que le poids spécifique du *boulant* séché ne représente parfois que 50 °/₀ du poids de la *roche* en masse : dans ce cas, l'élément liquide représente 500 kilogrammes par mètre cube. La propriété fluente du boulant se développe dès qu'il renferme 300 kilogrammes d'eau au mètre cube.

Placé dans une éprouvette percée dans le fond, le *boulant* montre, suivant sa nature, des points de *saturation* très variables. Ce n'est que lorsque la masse liquide recouvre entièrement la surface du *boulant* qu'on voit l'eau s'écouler par le fond de l'éprouvette.

Pour une très faible épaisseur de sable, la transmission d'écoulement, par le bas, de l'eau versée à la surface, s'opère instantanément; mais l'écoulement cesse dès que la surface supérieure du boulant n'est plus recouverte. C'est là, pense M. Van den Broeck, une résultante du phénomène constitué, sous l'empire de l'attraction moléculaire, par le

rapprochement des grains sableux que ne baigne plus une forte proportion d'élément liquide et aussi une conséquence de l'obstacle formé par les forces capillaires, contrariant à l'action de la pression atmosphérique. Ce seraient ces deux facteurs qui s'opposeraient à l'écoulement par le fond de l'éprouvette. M. Moulan y voit le principe d'une sorte d'*action intermittente* dans le travail du boulant.

Il fournit à ce sujet un curieux exemple, véritable aux environs de Bruxelles, des phénomènes observés dans son éprouvette d'expérimentation, et il rattache à des actions de *sursaturation* les faits suivants :

« Peu de personnes, dit-il, savent qu'il y a bien plus d'*agolinas* dans » les sables tertiaires des environs de Bruxelles que dans les calcaires » du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

» Au parc public de Laeken, il existe quatorze agolinas, qui sont » comblés il est vrai, mais qui se reforment à peu près tous les hivers. » Il s'en est produit un nouveau l'hiver dernier, en face de la Ferme » Royale, qui avait au moins 8 mètres de longueur, $1^{m}25$ de largeur en » gueule, et de 2 mètres à $2^{m}50$ en profondeur.

» J'ai été mis au courant de l'existence de ces agolinas, il y a quelques » années déjà, par M. Van Rysselberghe, chef-cantonnier du parc, et » j'en attribuai la formation au lavage des sables qui reposent sur la » base imperméable du monticule qui forme le parc de Laeken, car ce » n'est qu'à la fonte des neiges que ce travail souterrain s'opère. C'est » alors seulement qu'il y a *sursaturation*.

» Chaque hiver, à l'époque de la fonte des neiges, je visitais » les sources du Heyzel et j'avais remarqué que les eaux étaient » troubles pendant un temps assez long, qui coïncidait précisément » avec la formation des agolinas.

» Les eaux de ruissellement pénètrent donc dans le sol par les » agolinas; elles forment une charge sur les sables boulants, en les » sursaturant, et toute leur masse se met en mouvement, en entraînant » même les éboulis qui proviennent des agolinas.

» On a constaté que certains de ces puits s'ouvraient jusqu'à » 8 et 10 mètres de profondeur, et que les déblais étaient lavés et » emportés.

» Tout le monde connaît les translations, de très grande superficie, » qui se sont opérées à Renaix. On a même vu une maisonnette se » déplacer de plus de 25 mètres, tout en restant debout, et l'occu- » pant n'avait même pas jugé utile de l'abandonner.

» Est-on bien sûr que les bas-fonds du Parc de Bruxelles et » beaucoup d'enfoncements que l'on rencontre dans la contrée soient » dus à l'ouverture de carrières?

» Pour beaucoup de ces prétendues carrières, il y a lieu d'en » douter. »

M. *Moulan,* se référant aux *littera* 3 et 4 du programme provisoire fourni avec l'ordre du jour, pense que son éprouvette donne instantanément les quantités d'eau de capillarité, ou de ce que M. Moulan appelle *eau de viscosité,* que les différents types de sables sont susceptibles d'absorber, ainsi que les volumes d'eau à l'état libre qui peuvent les traverser.

Sa lettre fournit ensuite quelques détails sur un cas de lavage automatique et mécanique de *boulant,* qu'il a eu l'occasion d'effectuer lors de l'établissement d'une fondation de pont sur l'Escaut. L'injection d'eau d'une nappe artésienne a décomposé un *boulant,* d'une part, en un dépôt pur de sable, devenu dur et résistant, d'autre part, en un dépôt vaseux, qui s'en est nettement séparé.

Après avoir rapidement rappelé les divers moyens de se rendre maître du *boulant* soit par isolement (encoffrage, picotage, tubage métallique), soit par la congélation, M. Moulan ajoute qu' « on a quel- » quefois ouvert des galeries parallèles de petites dimensions à côté de » tunnels à grande section qui recoupaient le *boulant*, et en évacuant » les eaux par les galeries à petite section, on diminuait la charge des » eaux et en même temps la poussée du boulant dans le tunnel prin- » cipal. Mais parfois les chances de succès de ce procédé sont bien » aléatoires, et la dépense est toujours très considérable. »

M. Moulan joint à sa lettre un extrait de la carte de Laeken au 20 000e, montrant la disposition des aiguigeois sableux dont il a parlé, et qui semblent constituer en réalité, par leur juxtaposition et leur disposition en demi-cercle sur le flanc d'une colline à sommet sableux, l'amorce extérieure d'une zone de séparation et de glissement des dépôts sur le flanc de la colline.

M. le *Président* remercie les auteurs de ces lettres des encouragements, félicitations et des renseignements qu'ils ont bien voulu faire parvenir.

M. *Van den Broeck* insiste sur la grande utilité que présenterait un exposé méthodique de l'état actuel de la question, qui permettrait de jeter les bases d'un programme qui comprendrait tout d'abord : 1° la réunion de la BIBLIOGRAPHIE de tout ce qui a été écrit à ce sujet; 2° un appel aux ingénieurs, entrepreneurs, architectes et constructeurs, leur demandant de nous faire connaître tous LES FAITS PRÉCIS ET BIEN ÉTUDIÉS qui seraient parvenus à leur connaissance, de manière à nous permettre de savoir ce que doit comporter le programme définitif de cette étude.

Il propose de publier, au procès-verbal de la séance, le résumé de la correspondance spéciale et d'y joindre en tout ou en partie le texte de quelques autres lettres plus détaillées qui paraissent devoir plus spécialement constituer des bases de discussion.

L'assemblée approuve ces propositions, qui d'ailleurs se trouvent réalisées plus haut, et décide l'impression, d'urgence, du procès-verbal de cette séance, afin de pouvoir en distribuer le compte rendu aux membres avant la prochaine réunion, à l'ordre du jour de laquelle la question du « boulant » sera portée à nouveau.

La séance est levée à 10 h. 20.

APPEL AUX MEMBRES

DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

La question de l'étude scientifique du « boulant » sera sans doute mise à l'ordre du jour de plusieurs séances spéciales, et restera « ouverte » aux séances mensuelles de l'année 1901. Toutes communications relatives soit à la bibliographie de la question, soit à des faits précis bien observés, tant dans les travaux publics que dans les forages de puits artésiens, etc., seront, en tous temps, reçus avec une vive reconnaissance. Il en sera de même pour toute donnée pouvant contribuer à la rédaction définitive du programme d'études, ainsi qu'à l'élaboration scientifique de la question.

Prière d'envoyer au SECRÉTARIAT, *39, place de l'Industrie, à Bruxelles, les correspondances et communications destinées à la discussion du* « BOULANT » *pour la* PREMIÈRE SÉANCE SPÉCIALE DU « BOULANT », FIXÉE AU 5 MARS, *ainsi qu'aux réunions mensuelles des 19 mars, 23 avril, 21 mai, 18 juin, 23 juillet, 22 octobre, 19 novembre et 17 décembre 1901, mais de préférence pour celles du* PREMIER SEMESTRE *de l'année.*

ANNEXE A LA SÉANCE DU 15 JANVIER 1901.

—

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L. de Launay. — **Géologie pratique et petit Dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels.** (Un vol. in-12 de 350 pages. Paris, Armand Colin, éditeur, 1901.)

M. *L. de Launay*, professeur à l'École supérieure des Mines, de Paris, vient de faire paraître à la librairie Armand Colin, à Paris, l'une de cette suite d'excellents petits traités dont nous constatons l'apparition avec un sincère plaisir.

Après avoir accumulé des faits depuis cent ans, et les avoir soigneusement classés, les sciences géologiques peuvent maintenant retirer les fruits d'un long labeur et répandre largement les conclusions qui découlent de tous côtés de la masse des faits observés.

Les sciences géologiques sont, en ce moment, dans une période d'évolution évidente; après être restées, pendant de longues années, l'apanage exclusif d'un petit nombre de savants et de chercheurs, elles font, actuellement, une trouée vigoureuse et même victorieuse dans les murs branlants de la routine et elles sont en passe de conquérir la haute considération que méritent les brillants services qu'elles rendent, à tout instant, dans quantité de directions diverses, ou plutôt, peut-on dire, dans toutes les directions où le sol intervient comme élément important.

Dès la page 3 du chapitre 1er, l'auteur donne, en quelques lignes, une excellente idée du rôle dévolu à la géologie dans les questions pratiques :

« Il est à peine besoin de dire que, sans géologie, il est impossible

» de faire un travail de mine, d'exploiter rationnellement une carrière,
» de capter une source, d'établir un projet de tranchée ou de canal,
» etc. Ceux-là mêmes qui, pour certaines applications, croient se
» passer de la géologie, en se laissant guider par une pratique pure-
» ment empirique, font, en réalité, de la géologie (de la mauvaise
» géologie) comme M. Jourdain faisait de la prose, sans le
» savoir. »

Les applications de la *vraie* science ont — malgré la routine — donné déjà de si brillantes solutions que, actuellement, la généralité des personnes compétentes est disposée à admettre que les principes de la science sont seuls capables de fournir un guide sûr et précieux à l'ingénieur, à l'agronome, à l'hydraulicien, à l'exploitant, à l'explorateur, à l'hygiéniste, etc., et dès lors, les livres comme ceux dont nous parlons ici voient naturellement le jour, et lorsqu'ils ont pour auteur un homme dont la science est reconnue, comme c'est ici le cas, ils sont accueillis avec faveur et reconnaissance.

L'analyse du livre de M. de Launay peut, pour ainsi dire, se faire en citant les titres des dix chapitres composant l'ouvrage, tant ces titres sont significatifs et évoquent nettement l'idée des problèmes dont ils sont appelés à faciliter la solution. Après une courte préface, posant nettement le but de l'ouvrage, l'auteur aborde immédiatement la question primordiale, la question de science pure, source de toute application : *La géologie. Son but pratique et scientifique. Ses moyens d'action.*

Ces définitions nous mettent en goût de savoir ce qu'est, en réalité, cette géologie si mystérieuse pour les uns, si incertaine pour les autres, et les *Notions de géologie générale nécessaires dans la pratique* viennent immédiatement répondre à ce désir en montrant combien la science, soi-disant diffuse, est claire et précise dans ses règles et dans ses applications.

Dès lors, le lecteur est gagné à la cause, et il ne reste plus qu'à présenter les outils à utiliser : *Des cartes et coupes géologiques. Comment on les fait; comment on les utilise,* pour passer aux applications diverses, à savoir :

Application de la géologie à l'art de l'ingénieur.

Application de la géologie à l'agriculture.

Application de la géologie : 1° à la recherche et au captage des eaux; 2° à l'irrigation; 3° au drainage ; 4° à l'évacuation des eaux souillées et à l'hygiène publique.

Application de la géologie à la recherche et au captage des sources thermo-minérales.

Application de la géologie à la recherche des minerais, combustibles ou autres substances minérales utiles et à l'appréciation de la valeur industrielle des gisements.

Application de la géologie à l'étude topographique, géographique ou simplement pittoresque des formes du terrain.

Enfin, l'ouvrage se termine par un excellent petit *dictionnaire technique* des termes géologiques et minéralogiques les plus usuels, accompagné du tableau chronologique des terrains sédimentaires.

On voit donc à quelle quantité de techniciens s'adresse le volume de M. de Launay, et ajoutons que sa présence, largement répandue sur les tables de beaucoup de conseils d'administration de grandes sociétés d'exploitation de chemin de fer, de mines, ou ayant à décréter des travaux publics d'ordre communal, provincial et gouvernemental, ouvrirait sans doute bien des yeux actuellement fermés à la lumière.

A. R.

V. Amalitzky. — **Sur la découverte de vertébrés fossiles dans les dépôts permiens de la Russie du Nord.** (Soc. imp. des naturalistes de Saint-Pétersbourg, 28 décembre 1899.)

L'auteur s'occupe depuis plusieurs années de l'étude des formations continentales du nord de la Russie, et il a pu constater la présence du grès rouge devonien de la côte est du lac Onéga jusqu'au mont d'Andoma. Il y a trouvé des débris de mollusques d'eau douce appartenant aux Anthracosides, qui se relient génétiquement aux Anthracosides carbonifères de la Russie. Il est donc parvenu à relier les grès d'eau douce de l'Écosse à ceux de Catskil dans l'Amérique du Nord, reconstituant ainsi un continent de la période devonienne supérieure. En outre, il a trouvé au mont Patrova, du district de Vytégra, des sables carbonifères inférieurs qui constituent la continuation immédiate des grès devoniens du type d'Andoma. Cependant, à l'ouest, ces formations d'eau douce carbonifères inférieures manquent, et les calcaires carbonifères supérieurs reposent à Oust-Pinega sur les grès rouges devoniens.

Quant aux dépôts plus récents, ils forment, depuis Vytégra jusqu'à Oust-Pinega, des sédiments marins très épais et très variés de facies, qui permettent de conclure à l'existence d'un bassin marin septentrional pendant les époques carbonifère, permo-carbonifère et per-

mienne inférieure. Les dépôts permiens supérieurs, par contre, tels qu'Amalitzky les a étudiés, sur les rives de la Soukhona et vers les sources de la Dvina du nord, sont des formations continentales d'eau douce, qui ont gardé leur position horizontale. Les explorations des deux bassins, prolongées pendant une période de quatre années, ont démontré la présence d'Anthracosides, de Crustacés des genres *Estheria* et *Cypris*, d'empreintes et de squames de poissons ganoïdes, enfin, des restes d'Amphibies stégocéphales, se rapprochant de *Melanerpeton* et de *Pachygonia*, et de grands amas d'ossements de Reptiles Théromorphes appartenant aux *Pareiasauria* et *Dicynodontia* (formations permiennes du Karoo de l'Afrique méridionale) et des formes ressemblant beaucoup à *Elginia* et *Gordonia*, décrites par Newton dans les grès d'Elgin, en Écosse, rapportés au Triasique. D'un autre côté, la flore était surtout représentée par les Fougères de la région paléo-botanique méridionale dite Glossoptérienne (dépôts continentaux permiens de l'Indo-Afrique, Karoo et Gondwana; de l'Australie et du Brésil), présentant certains caractères qui la rapprochent du monde organique mésozoïque.

M. Amalitzky tend à reconnaître dans les organismes continentaux de l'époque permienne une certaine dualité. Pendant la période permienne inférieure, ils conservent, en général, une figure paléozoïque. Par contre, les organismes continentaux d'eau douce du Permien supérieur de l'Europe occidentale sont peu connus, et les organismes analogues du Trias, situés immédiatement au-dessus, sont typiquement mésozoïques; il faudrait donc supposer que les anneaux intermédiaires doivent exister dans les dépôts continentaux permiens supérieurs, correspondant au *Zechstein* de l'Europe occidentale. Cependant les dépôts continentaux permiens du Gondwanaland sont caractérisés par leur flore glossoptérienne, les Anthracosides et les Théromorphes qui, tout en appartenant aux temps paléozoïques, ont un cachet mésozoïque nettement déterminé.

M. le professeur Zeiller a développé l'idée que vers la fin de l'ère paléozoïque (à la fin du système houiller), la flore terrestre, ayant perdu son caractère d'uniformité, se divisa en deux grandes provinces botaniques, dont l'une est caractérisée par des *Lepidodendron*, l'autre par des *Glossopteris*, que l'existence indépendante ou l'individualité de ces provinces dura jusqu'à la période permienne inclusivement, et qu'à la fin de cette période, il se produisit un mélange de types végétaux des deux provinces, si bien qu'au commencement de la période triasique, l'uniformité de la distribution dans la flore s'était rétablie sur toute la

surface du globe terrestre, mais déjà avec d'autres types végétaux d'aspect mésozoïque, et M. Zeiller estime que la découverte de la flore glossoptérienne dans les bassins de la Soukhona et de la Dvina détermine exactement la date de l'échange entre les deux régions de types végétaux. L'âge de l'étage glossoptérien des dépôts permiens du nord de la Russie est équivalent au Zechstein, puisqu'on a trouvé au-dessus et au-dessous un Zechstein marin avec sa faune marine caractéristique.

Malgré les inductions brillantes de M. Zeiller, le problème de l'origine de la flore glossoptérienne reste sans solution, quoiqu'il ait découvert dans les gisements charbonneux du Brésil méridional une association entre des espèces de la flore lépidodendrienne et des espèces de la flore à *Glossopteris*. D'un autre côté, M. Seward a trouvé des *Sigillaria* dans la flore à *Glossopteris* de l'Afrique méridionale, et Bodenbender a fait des observations analogues dans l'Argentine.

M. Amalitzky croit pouvoir serrer la question de plus près par l'étude des dépôts permiens russes de l'étage glossoptérien. La flore permo-carbonifère et permienne inférieure, connue jusqu'à présent en Russie, a le caractère de la flore lépidodendrienne paléozoïque de l'Europe occidentale, quoiqu'on y trouve quelques Calamites en connexion avec le genre mésozoïque *Phyllotheca*. Les reptiles permiens inférieurs de Russie ont la plus grande ressemblance avec les reptiles des dépôts permiens continentaux de l'Afrique méridionale; en outre, d'après Seeley, le *Deuterosaurus* et le *Rhopalodon*, spéciaux à la Russie, ont beaucoup de traits communs avec les *Dicynodontia*, si spéciaux à la région indo-africaine.

Cette ressemblance entre les types de la Russie et ceux du Cap s'explique de plus en plus à mesure que le monde organique permien supérieur de Russie devient plus connu. M. Amalitzky a montré que parmi les *Anthracosides* du Permien inférieur, il existe des formes semblables et identiques à celles du *Rothliegendes* de l'Europe occidentale, tandis que pour ceux du Permien supérieur, il est parvenu à indiquer la ressemblance et même, dans certains cas, l'identité des types du Permien russe avec ceux des dépôts de l'Afrique méridionale dans le Karoo. Il a de plus constaté une même ressemblance pour les restes de reptiles du genre *Dicynodon*. Ses recherches de 1896-1898 n'ont fait qu'accentuer cette grande ressemblance, et il conclut que le continent compact qui occupait, pendant l'époque permienne, l'Afrique centrale et méridionale, l'Inde, l'Australie, l'Argentine et, en partie, le Brésil, s'étendait jusqu'à la Russie d'Europe, et que le lien qui

réunissait ces terres était, d'un côté, les dépôts continentaux de la Gondwana de l'Inde et, de l'autre, les dépôts identiques du bassin de Kouznietz en Sibérie, dont la ressemblance a été établie dans la région glossoptérienne pour ce qui concerne la faune malacologique d'eau douce et pour la flore. Il y a donc lieu d'opposer au Zechstein pélagique de l'Europe occidentale, un étage glossoptérien du système permien caractérisé par sa flore glossoptérienne, ses Anthracosides et ses Reptiles, qui tous ont un aspect mésozoïque, et c'est sur eux que doit être basée l'évolution mésozoïque continentale.

M. Amalitzky est parvenu à trouver dans la couche continentale, dont la continuation immédiate est l'étage glossoptérien, des formes de *Callipteris conferta* conf. et de *Lepidodendron;* ce qui plaide en faveur du remplacement autochtone de ces formations végétales. Enfin, le lien génétique entre les Anthracosides et les Théromorphes du Permien supérieur de l'étage glossoptérien et les formes permiennes inférieures de Russie plaident aussi en faveur du développement autochtone de la faune des Mollusques d'eau douce et des Reptiles. Il se pourrait que l'abaissement de température, constaté par les dépôts glaciaires des couches de Gondwana et du Karoo, ait été général et ait servi à stimuler le commencement de l'évolution mésozoïque continentale exprimée par l'étage glossoptérien; il se peut aussi que l'abaissement de température dans les zones australes ait contribué à faciliter la transmigration au sud de nos formes septentrionales et celle de quelques végétaux vers nos régions (*Glossopteris*, *Gangamopteris*).

M. Amalitzky décrit ensuite ses travaux géologiques pour la recherche des restes organiques permiens sur la Soukhona et la Dvina. Entre les marnes striées permiennes, on trouva une série de puissantes inclusions lenticulaires de sable. Auprès de l'une d'elles, des matériaux paléontologiques avaient été trouvés en abondance. Elle fut déblayée systématiquement du 17/29 juin jusqu'au 14/26 août 1899. On trouva trente-neuf groupes d'ossements en concrétions, qui furent emballés dans soixante-quatre caisses, du poids de 200 quintaux, comprenant en outre une grande collection, malheureusement assez uniforme, de Fougères appartenant aux Glossopteris, quelques Mollusques Anthracosides, quelques ossements de Stégocéphales et des ossements de reptiles en abondance. Les amphibies appartiennent à des genres voisins de *Melanerpeton* et de *Metopias*. Les reptiles forment le fond de la collection, tant par l'abondance que par la variété des fragments. Ils se rapportent presque tous aux Théromorphes, représentés par des *Pareiasauriens*, des *Anomodontiens* et des *Deuterosauriens*. Les *Pareiasauriens* domi-

nent par leur nombre et leur variété. Parmi ceux-ci, on trouve des formes assez petites et aussi des formes gigantesques de 4 à 5 mètres de long. Dans le nombre, on en trouve qui sont couverts d'écailles clypéiformes, développées sur la tête et en partie sur le dos, comme ceux du Karoo; d'autres avec des saillies cornées sur la tête, comme *Elginia* des dépôts triasiques de l'Écosse. Les Deuterosauriens atteignent une longueur de 3 mètres et présentent un appareil dentaire différencié, avec des défenses en couteau ébréché ou en forme de scie, et s'avançant au-dessus des mâchoires supérieure et inférieure; au-devant de ces défenses se trouvent des dents en lame, rappelant un ciseau; derrière, remplaçant les molaires, sont disposées des dents en forme de coin, qui vont en diminuant, et présentent des dimensions plus petites que les dents antérieures. Ces formes répondent surtout au genre *Rhopalodon,* décrit par Fischer, appartenant aux dépôts permiens inférieurs de la Russie. Enfin, parmi les *Anomodontia*, on a trouvé de petits *Dicynodon,* de la grandeur d'un ours, avec deux défenses puissantes sur les côtés de la tête et un bec corné, édenté à la partie antérieure. Quelques-uns des crânes et des squelettes se rapportent probablement à des espèces tout à fait nouvelles. V. D. W.

G. W. Lamplugh, F. G. S. — **L'âge du Weald anglais.** (Geological Survey. The Geological Magazine, n° 436, New Series, Dec., IV, vol. VII, n° X, octobre 1900.)

Depuis quelque temps, on cherche à fixer d'une façon plus précise la limite entre les systèmes jurassique et crétacé, en Russie, en Allemagne, en Belgique, en France et dans l'Amérique du Nord, et l'on a naturellement cherché des points de comparaison dans le Weald anglais. Celui-ci, de son côté, a été étudié de plus près au point de vue de la flore et de la faune, qui se sont trouvées présenter des affinités très grandes avec les fossiles jurassiques, de sorte que les paléontologistes ont voulu remettre en doute l'âge crétacé inférieur de nos dépôts. Cette opinion, émise par le professeur O. Marsh, au point de vue des Reptiles, a été soutenue par le Dr A. Smith Woodward pour les Poissons et par A. C. Seward au point de vue botanique. Pour éviter une plus grande confusion, il paraît désirable d'exposer certains faits, déjà publiés, il est vrai, mais qui ont été perdus de vue dans les discussions récentes.

Ces fait prouvent à toute évidence que la plus grande partie, au moins, du Weald anglais doit conserver sa place dans le Crétacé inférieur.

On n'a pas tenu suffisamment compte que l'accumulation des couches du Weald a exigé une très longue durée. Il est vrai que les sables des *Hasting beds* peuvent s'être déposés très rapidement, mais les argiles schisteuses avec lits de coquilles et de crustacés qui se trouvent intercalées dans ces sables demandent une sédimentation beaucoup plus lente, et la grande masse d'argile du Weald (*Weald C'ay*), pouvant atteindre une épaisseur de 1,800 pieds, représente une époque d'une très longue durée. D'un autre côté, il est généralement admis que les eaux douces n'ont pu exercer leur action que vers la fin de la période jurassique, et l'on est conduit à admettre que ces conditions ont persisté jusque dans le Crétacé inférieur.

En outre, tous les fossiles du Weald qui indiquent des affinités jurassiques proviennent des parties inférieures de la série du Weald, entre autres des *Hasting beds;* par contre, on ne sait pas grand'chose des fossiles du *Weald Clay,* qui constitue la partie la plus importante du Weald.

Enfin, l'argument de l'affinité jurassique des fossiles terrestres et d'eau douce n'inspire que peu de confiance, parce que si nous éliminons les fossiles du Weald inférieur de la liste des fossiles du Crétacé inférieur, nos connaissances restent limitées à la vie marine de cette époque, et l'on peut légitimement se demander si les fossiles terrestres et d'eau douce des *Hasting beds* ne présentent pas, après tout, les caractères propres à ceux du commencement du Crétacé, qui devaient se trouver en relation directe avec la période précédente.

Mais c'est surtout à l'aide de la stratigraphie que nous pourrons classer la plus grande partie de la série du Weald dans le Crétacé inférieur, en tenant compte de la succession des dépôts marins.

Les couches marines qui recouvrent immédiatement le *Weald Clay* dans le sud de l'Angleterre, représentent le dernier étage (Aptien) du Crétacé inférieur, et quoique l'on trouve une ligne de démarcation nettement tracée à leur base, on peut en conclure que le changement de conditions a été brusque, sans que sa durée ait pu être de longue persistance, car l'apparition de coquilles marines ou d'estuaire au sommet du Weald dans le Dorset, Hampshire et Surrey, indice de la cessation du régime d'eau douce, montre que la série est en réalité complète et qu'avant le dépôt de ces couches marines supérieures, il y a eu très peu d'érosion. Cependant celle-ci peut s'être produite à l'est et à l'ouest du bassin, où l'on rencontre les divisions supérieures de la série du Weald.

Dans le *Speeton Clay*, où la succession marine du Crétacé inférieur est bien représentée, les équivalents du *Lower Greensand* et *Atherfield Clay* du sud de l'Angleterre sont compris dans des limites relativement étroites de la partie supérieure, peu fossilifère, de cette succession; c'est pourquoi la plus grande partie de la période du Crétacé inférieur, si elle se rencontre dans le sud de l'Angleterre, doit y être représentée par la série du Weald. La partie du *Speeton Clay* qui n'est pas représentée dans le sud par des sédiments marins comprend la division inférieure de la zone à *Belemnites Brunsvicensis*, et la totalité de la zone à *Belemnites jaculum*, qui toutes deux représentent le Crétacé inférieur (Barrémien, Hauterivien et Valanginien), qui comprend aussi la zone à *Belemnites lateralis*, dont la faune présente des affinités jurassiques. De plus, en poursuivant la série marine, depuis le Yorkshire, à travers le Lincolnshire, jusqu'au Norfolk, l'auteur a pu constater, dans ce dernier comté, que les couches inférieures font défaut, et que celles qu'on y rencontre, représentant probablement la partie inférieure de la zone à *Belemnites Brunsvicensis*, contiennent, au milieu des fossiles marins, des vestiges de plantes, spécialement des fragments de la Fougère du Weald, *Weichselia Mantelli?* Il y a, de plus, d'autres indices d'action fluviale démontrant le commencement d'une modification latérale des conditions du Weald.

Si l'on tient compte du passage graduel du Weald aux couches du Purbeck vers la fin de la période jurassique, des indications analogues d'un même processus, à la partie supérieure du *Weald Clay* pendant les dernières phases du Crétacé inférieur et surtout de la constatation que nous venons de signaler, du passage latéral, dans le nord de l'Angleterre, d'une partie des sédiments marins du Crétacé inférieur aux dépôts d'estuaire dans le sud, il y a tout lieu de croire que dans les couches d'estuaire ou d'eau douce du Weald, nous trouvons représentée toute la période qui s'étend du Portlandien jusqu'à l'Aptien, et qu'il serait inexact d'attribuer la série entière soit au Jurassique, soit au Crétacé inférieur.

Les dépôts, considérés comme wealdiens, en Belgique, en Allemagne et en France, ne paraissent pas occuper une aussi grande extension verticale. Ils représentent probablement différents stades de la période d'après leur disposition géographique, et, nulle part, on n'y rencontre l'introduction d'une continuation prolongée des conditions d'action des eaux douces. V. D. W.

R. D. Oldham. — **Les bruits de tremblements de terre et les « Barisal Guns »**. (Memoirs of the Geological Survey of India, vol. XXIX, chap. XII, pp. 191-218.)

Pendant le tremblement de terre du 12 juin 1897, on observa des bruits très intenses. On put les constater depuis Calcutta jusqu'à Darjeeling, et de l'ouest à l'est depuis Allahabad jusqu'à Bahmo. Dans les mines de charbon de Ranijang, on put entendre le bruit du tremblement, sans en constater les vibrations, alors qu'au-dessus, à la surface du sol, celles-ci étaient assez intenses pour détruire quelques bâtiments.

Les observations ne furent pas assez complètes pour permettre des conclusions de quelque importance.

Les secousses secondaires étaient souvent accompagnées de bruits, et parfois ceux-ci en constituaient l'unique symptôme. Pendant que M. Oldham parcourut la contrée où se trouvait l'épicentre du tremblement, il put constater leur fréquence extraordinaire. Ainsi, du 21 au 25 janvier, à Naphak, dans les montagnes de Garo, il nota une moyenne de cinquante bruits par jour. Il constate également qu'ils sont très rares dans le voisinage des failles produites par le tremblement.

Les bruits consistent en une espèce de roulement qui peut durer de cinq à cinquante secondes; d'autres fois, il se produit une détonation, comme un coup de canon.

Les bruits se transmettent à travers le sol, et l'observateur les perçoit par les vibrations de l'air dans son voisinage, mais l'atmosphère n'est pas l'agent conducteur unique.

L'auteur présente ensuite quelques développements au sujet des *Barisal Guns*, qu'il considère comme étant d'origine sismique. La première mention de ces bruits se trouve dans le *Journal of the Asiatic Society* de 1867. Babu Gourdas Bysack, l'auteur du mémoire, fit une nouvelle communication en 1888, à la suite de laquelle la Société constitua un comité pour l'étude des *Barisal Guns*, et celui-ci publia son rapport en 1889. Diverses théories furent émises pour expliquer l'origine de ces bruits, et celle qui est généralement admise les considère comme des bruits de tremblements de terre. Nous avons vu que M. Oldham admet que ceux-ci sont transmis par les vibrations du sol. Celles-ci peuvent produire un son dès qu'elles atteignent la fréquence de trente-deux par seconde. Aussi les *Barisal Guns* et les bruits de

tremblements de terre sont-ils décrits le plus souvent comme des sons très bas, parfois à peine perceptibles.

Les *Barisal Guns* ont été constatés en beaucoup d'endroits. En 1822, les habitants de l'île de Meleda, de la côte de Dalmatie, entendirent des détonations qui se continuèrent pendant plusieurs années. Une commission, nommée par le Gouvernement autrichien, leur attribua une origine sismique. Après une durée de cinq années, les bruits cessèrent.

Sur la côte des Flandres, M. Van den Broeck a signalé les « mistpoeffers », et le Profr A. Cassiani a étudié des bruits analogues, connus sous le nom de « marina », dans les montagnes de l'Ombrie.

On les constate surtout pendant le temps calme, peut-être parce que le vent ne permet pas de les entendre. Les bruits se succèdent généralement par séries.

Parmi les nombreuses communications reçues par M. Oldham, relatives au grand tremblement de terre, quelques-unes ont trait au *Barisal Guns*. L'une d'elles constate qu'ils furent nombreux et très marqués à Haldibari et Jaipur Hat, sur la limite ouest de l'épicentre. D'un autre côté, plusieurs observateurs constatent que les bruits ne furent plus entendus à Barisal pendant la seconde moitié de 1897. Il faudrait admettre que la dislocation de la croûte terrestre fit disparaître la tension dans les couches du sol des régions voisines, à laquelle les *Barisal Guns* doivent être attribués. V. D. W.

SÉANCE MENSUELLE DU 26 FÉVRIER 1901.

Présidence de M. **Rutot**, *Président*

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule 1 du tome XV (1901) du *Bulletin,* contenant le procès-verbal de la séance de janvier dernier. Ce procès-verbal est adopté.

Correspondance :

Remercient pour les nominations dont ils ont été l'objet : MM. *Paul Choffat,* membre honoraire; *H. Arctowsky, Tietze, Weinschenk,* associés étrangers; *Cornet, Mourlon, Willems,* vice-présidents; *Jottrand, Rabozée,* membres du Conseil; Dr *Jacques, Ad. Kemna,* délégués du Conseil.

M. *Kruseman,* devant se rendre aux îles Philippines, s'excuse de ne pouvoir assister aux séances pendant un certain temps.

M. le *Trésorier du Congrès géologique international* de Paris, en 1900, annonce que les derniers exemplaires du *Livret-guide des excursions* sont en vente au prix de 31 francs chez L. Carez, trésorier du Congrès, 18, rue Hamelin, Paris, XVI. M. *Van den Broeck* signale l'intérêt de cet ouvrage; des spécialistes autorisés et compétents ont résumé tout ce qui est connu au sujet des principaux gîtes classiques de France visités dans les courses organisées lors du Congrès. De superbes reproductions photographiques, ainsi que de nombreuses coupes, illustrent ces intéressantes descriptions régionales.

M. *A.-E. Martel* compte donner une conférence de spéléologie, avec projections lumineuses, après Pâques et avant le 31 mai.

M. *Cornet* propose, pour dans quelques semaines, une excursion d'un jour dans la région de Mons : phosphates et charbonnage de Baudour, Cénomanien d'Hautrage, Tourtia de Mons, etc. M. *Van den Broeck* fait remarquer que ces derniers points du programme ont une importance spéciale, l'horizon géologique du Cénomanien d'Hautrage étant nouveau pour notre pays. L'Assemblée accepte avec reconnaissance la proposition de M. Cornet.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3234. **De Launay, L.** *Géologie pratique et petit dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels.* Paris, 1901. Volume in-8° de 340 pages et 41 figures.

3235. **Malaise, C.** *Notice sur Alphonse Briart.* Bruxelles, 1901. Extrait in-12 de 43 pages.

3236. **Renevier, E.** et **Schardt, H.** *Notice explicative de la feuille XI* (*2e édit*, *tracés d'Auguste Jaccard) de la Carte géologique de la Suisse.* Berne, 1900. Extrait in-12 de 19 pages.

3237. **Nordenskjöld, Otto.** *Om Pampasformationen.* Stockholm, 1900. Extrait in-12 de 16 pages.

3238. **Matthew, G.-F.** *Acrothyra, a new Genus of Etcheminian Brachiopods.* New-Brunswick, 1901. Extrait in-8° de 2 pages.

3239. **Ranke, Johannes.** *Festrede gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. k. Akademie der Wissenschaften zu München zur Feier ihres 141. Stiftungstages am 28. März 1900.* München, 1900. Extrait, in-4° de 107 pages.

3240. **Lotti, B.** *Rilevamento geologico eseguito nel 1899 nei dintorni del Trasimeno e nella regione immediatamente a Sud fino a Orvieto.* Rome, 1900. Extrait in-8° de 16 pages.

3241. — *Sui Depositi ferriferi dell' Elba e della regione litoranea tosco-romana.* Turin, 1901. Extrait in-8° de 6 pages.

3242. — *Sull' eta della formazione marnoso-arenacea fossilifera dell' Umbria superiore.* Rome, 1900. Extrait in-8° de 16 pages.

3243. — *I Giacimenti metalliferi della Tolfa in Provincia di Roma.* Turin, 1900. Extrait in-8° de 14 pages.

3244. — *Die Zinnober und Antimon führenden Lagerstätten Toscanas und ihre Beziehungen zu den quartären Eruptivgesteinen.* Berlin, 1901. Extrait in-4° de 6 pages.

3245. **Cancani, A.** *Sismometrografo a registrazione veloce-continua.* Modène, 1900. Extrait in-8° de 9 pages et 2 figures.

3246. — *Effetti magnetici di alcune fulminazioni.* Rome, 1901. Extrait in-8° de 2 pages.

3247. *** *Carte agricole de la Belgique. Procès-verbaux des réunions consultatives.* Bruxelles, 1901. Brochure in-8° de 34 pages (2 exemplaires).

2° Extraits du Bulletin :

3248. **Van Ysendyck, P.** *Compte rendu de la session annuelle extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald, du 7 au 18 septembre 1899.* 1901, 40 pages et 3 planches (2 exemplaires).

3249. **Klement, C.** *Les théories relatives à l'origine du pétrole.* 1901, 10 pages (2 exemplaires).

3250. **de Dorlodot, H.** *Résultats de quelques excursions faites dans le calcaire carbonifère des environs d'Arquennes et des Écaussines, en compagnie de M. C. Malaise.* 1897, 4 pages (2 exemplaires).

3251. **Flamache, A.** *Quelques mots à propos de la critique de M. Van den Broeck concernant mon travail sur la formation des cavernes.* 1897, 4 pages (2 exemplaires).

3252. **Cornet, J.** *Documents sur l'extension souterraine du Maestrichtien et du Montien dans la vallée de la Haine.* 1900, 9 pages (2 exemplaires).

3253. — *Sur la Meule de Bernissart.* 1900, 2 pages (2 exemplaires).

3254. **Van Bogaert, Cl.** *Note sur la résistance des pierres naturelles aux intempéries.* 1897, 23 pages (2 exemplaires).

3255. *** *L'étude scientifique du « boulant » à la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. (Extrait du Procès-verbal de la séance du 15 janvier 1901.) Programme préliminaire d'études et correspondances reçues à ce sujet.* Fascicule I. 1901, 15 pages (2 exemplaires).

3256. *** *Liste générale arrêtée au 1er janvier 1901 des membres de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, fondée à Bruxelles le 17 février 1887.* 1901, 29 pages (2 exemplaires).

3257. *** *Bulletin bibliographique de travaux géologiques par MM. F. H. King, M. Lohest, H. Douvillé, H. F. Osborn, H. van Cappelle et C. Barrois.* 1900, 23 pages (2 exemplaires).

3258. *** *Bulletin bibliographique de travaux géologiques par MM. le Dr Petermann, R. D. Oldham, C. Malaise et Frank Leverett.* 1900, 26 pages (2 exemplaires).

3259. **Rutot, A.** *Sur une preuve de l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène.* 1901, 5 pages (2 exemplaires).

3260. **Rahir, E.** et **J. Du Fief.** *De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains.* 1901, 19 pages. (2 exemplaires).

3261. **Rahir, E.** *Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux.* 1901, 4 pages (2 exemplaires).

3° Périodiques nouveaux :

3262. Bruxelles, Musée du Congo. *Annales*, tome I, fascicule 1, 1898-1899, 5 volumes in-plano avec planches;
Tome I, fascicule 2, 1898-1900, 4 volumes;
Tome I, fascicule 3, 1899, 2 volumes;
Tome I, fascicule 4, 1899, 2 volumes;
Tome I, fascicule 5, 1900, 2 volumes;
Tome I, fascicule 6, 1900, 2 volumes;
Tome I, fascicule 7, 1901, 1 volume.

3263. Paris, *École d'anthropologie*, t. XI, 1901, fasc. 1-2.

3264. Bruxelles, Cercle d'études des agronomes de l'État, *Bulletin*, 1901, fasc. 1.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. Alex. Flébus, étudiant, boulevard Léopold, 69, à Anvers.
Aug. Gobert, ingénieur, ex-membre associé regnicole, chaussée de Charleroi, 222, à Saint-Gilles.

En qualité de membres associés regnicoles :

MM. E. De Ligne, architecte, boulevard du Jardin Botanique, 38, à Bruxelles.
Fr. De Vestel, architecte, professeur à l'Académie royale des beaux-arts, rue de la Grosse-Tour, 13, à Bruxelles.

Communications des membres :

H. Arctowsky et A. Renard. — **Résultats généraux des sondages de la « Belgica ».**

M. *Renard,* retenu au dernier moment par ses fonctions de professeur à l'Université de Gand, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et faire la présentation de ce travail.

NOTE

SUR

LE NOUVEAU PUITS ARTÉSIEN DE L'USINE LOUSBERGS, A GAND, ET SUR CELUI DE BEERNEM, PRÈS BRUGES,

PAR

D. VANHOVE
Docteur en sciences naturelles,
Répétiteur à l'Université de Gand.

1. Puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand.

Vers la fin de 1899, la Société Lousbergs fit forer dans son usine de la rue Charles-Quint, à Gand, un puits artésien à quelques mètres de celui dont M. Rutot a donné la coupe en 1887 (1).

Les échantillons, mis à notre disposition, nous ont permis de com pléter les données de M. Rutot.

Le puits, dont l'orifice est à peu près à la cote 8 mètres, a une profondeur de 263 mètres. Son fond se trouve donc à 255 mètres sous le niveau de la mer.

Les premiers échantillons ramenés par la sonde appartiennent à des couches rapportées. Ce sont des argiles sableuses brunes, des sables blancs contenant de nombreux débris de toute nature : Fossiles, éclats de silex, cailloux roulés, bois et briques. Ces couches descendent jusqu'à 12 mètres de profondeur.

A ces dépôts succède un sable argileux glauconifère, micacé, avec cailloux roulés, débris de silex, fragments de grès tertiaire, etc. A plusieurs niveaux, ces dernières couches contiennent des fossiles, quelquefois mal conservés. On y rencontre des *Unios* empâtés dans une gangue constituée par une matière calcareuse blanc jaunâtre, qui se retrouve à l'état de concrétion dans presque tous les échantillons de cet étage.

(1) *Bull. de la Soc. belge de géologie, etc.*, t. I; *Mém.*, p. 9, 1887.

Voici la liste des Fossiles recueillis dans ces couches :

A 14 mètres de profondeur :	*Vermetus Nysti,* Galeott. *Cardita Prevosti,* Desh. ou *C. aizyensis,* Desh. *Ditrupa,* sp. *Nummulites,* sp.
A 15 mètres de profondeur :	*Vermetus Nysti,* Galeott. *Nummulites wemmelensis?,* de la Harpe et V. d. B. *Nummulites,* sp. *Unio.*
A 16 mètres de profondeur :	*Cytherea,* sp. *Nummulites planulata?,* d'Orb. *Nummulites Heberti?,* d'Arch. et Haime. *Nummulites variolaria?,* Sow. *Nummulites wemmelensis?,* de la Harpe et V. d. B.
A 23, 24 et 25 mètres de profondeur :	*Unio.*

L'*Unio,* trouvé à des profondeurs de 15, 23, 24 et 25 mètres, se rapproche beaucoup de l'*Unio batavus,* qui vit dans nos régions; il est encore recouvert de son épiderme.

On peut conclure de ce qui précède que ces dernières couches sont remaniées. On les a traversées jusqu'à une profondeur de 30 mètres.

Plus bas se trouvent des sables incontestablement ypresiens. Ils sont très fins, glauconifères et diffèrent peu des précédents; mais les concrétions calcareuses ne s'y rencontrent pas. On y a observé les fossiles suivants :

A 31 mètres de profondeur :	*Pecten,* sp. *Ditrupa planata,* Sow. *Nummulites planulata,* d'Orb.
A 33 mètres de profondeur :	*Vermetus Nysti,* Galeott. *Nummulites planulata,* d'Orb.

A 35 mètres, le sable ypresien est gris verdâtre, argileux, et à 42 mètres de profondeur commence l'argile ypresienne sableuse, grise et glauconifère d'abord, perdant peu à peu sa couleur verdâtre pour devenir gris pâle et franchement plastique. Elle se termine à 161 mètres par une argile gris noirâtre, épaisse de 4 mètres.

Puis viennent des couches qu'on doit rapporter au Landenien, ainsi que le prouvent les fossiles suivants :

A 162 mètres de profondeur :	*Ostrea.*
A 164 mètres de profondeur :	*Cyrena cuneiformis,* Ferr. *Ostrea suessoniensis,* Desh.
A 166 mètres de profondeur :	*Cyrena,* sp.
A 167 mètres de profondeur :	*Ostrea sparnacensis,* Defr. *Ostrea suessoniensis,* var., Desh.
A 171 mètres de profondeur :	*Turritella,* sp.

Les couches dont il s'agit sont des argiles quelquefois très compactes, tantôt noires, tantôt grisâtres, souvent criblées de débris de Fossiles. A 169 mètres, on a traversé un banc dur, formé de fragments d'huîtres et de grès concrétionnés. Ces argiles noires s'arrêtent à 172 mètres de profondeur, pour faire place à des sables gris très fins, glauconifères. Les couches inférieures sont très argileuses, compactes, souvent constituées par des veines stratifiées argileuses et sableuses gris clair. Ces dépôts landeniens ont fourni les fossiles suivants :

A 172 mètres de profondeur :	*Potamides funatus,* Mant. *Turritella.* *Cyrena cuneiformis,* Ferr. *Ostrea sparnacensis,* Defr. *Ostrea suessoniensis,* Desh. *Ostrea,* sp.
A 173 mètres de profondeur :	*Potamides funatus,* Mant. *Unio* aff. *Wateleti,* Desh. *Ostrea bellovacina,* Lmk. *Ostrea sparnacensis?,* Defr. *Ostrea,* sp.
A 174 mètres de profondeur :	*Melanopsis buccinoidea,* Ferr. *Corbula Arnouldi,* Nyst. *Cyrena cardioides,* Desh.
A 178 mètres de profondeur :	*Unio gandavensis,* Leriche. *Ostrea sparnacensis,* Defr.

A cette argile succède un sable vert de 2 mètres d'épaisseur; puis on rencontre 1 mètre d'argile compacte grise, analogue à la précédente.

De 195 à 224 mètres, le puits traverse la craie blanche sénonienne sans silex.

A 225 mètres commencent les couches cambriennnes. Ce sont des phyllades généralement altérés, gris jaunâtre, rougeâtres ou verdâtres. A 242 et 243 mètres, ces phyllades sont sériciteux. De 248 à 252 mètres, on a rencontré un banc de quartzite vert avec filons de quartz blanc, puis 2 mètres de phyllades altérés et, enfin, de 254 mètres jusqu'au fond du puits, des quartzites verts contenant, à 257 mètres, une arkose blanche.

La coupe de ce puits peut donc se résumer comme suit :

Cote de l'orifice : 8 mètres.

TERRAINS RENCONTRÉS.				
			ÉPAISSEURS.	
			mètres.	
TERRAINS REMANIÉS de		+ 8 à — 23		31
Étage ypresien :	Sables à *Nummulites planulata* gris verdâtre, de	— 23 à — 34	11	131
	Argile plastique ou sableuse, de	— 34 à — 154	120	
Étage landenien:	Argile noire, de	— 154 à — 164	10	33
	Sable gris fin, de	— 164 à — 174	10	
	Sable argileux compact, de	— 174 à — 184	10	
	Sable vert, de	— 184 à — 186	2	
	Sable argileux compact, de	— 186 à — 187	1	
Étage sénonien:	Craie blanche, de	— 187 à — 217		30
Étage devillien :	Phyllades et quartzites, de	— 217 à — 255		38
				263

Si nous comparons ces données à celles du puits creusé autrefois à quelques mètres du point où a été foré celui dont nous venons de décrire la série des couches, nous pouvons constater que les sables naguère considérés comme paniseliens sont, en réalité, remaniés. L'Ypresien commence bien à 30 mètres de profondeur, et sa base est à 162 mètres; les Fossiles recueillis sous ce niveau démontrent qu'on se trouve déjà

dans le Landenien. Quant à la pierre dure dont il est fait mention dans la description de l'ancien puits, c'est un banc coquillier compact intercalé dans les argiles landeniennes.

2. Puits artésien de Beernem, au sud-est de Bruges.

Il y a quelques années, M. le comte de Meeûs fit forer un puits artésien en son château de Beernem. Les échantillons, mis obligeamment à notre disposition, nous ont permis de reconstituer la succession des couches traversées par ce sondage. L'orifice du puits se trouve à peu près à la cote 19.

Après une couche de terre arable de $0^m,40$ d'épaisseur, on a rencontré le sable jaune meuble flandrien, puis le sable paniselien inférieur, grossier, glauconifère, avec grès et linéoles d'argile. A la profondeur de $17^m,65$, on trouve un sable ypresien fin, moins glauconifère que le précédent, un peu argileux. On arrive ensuite à l'argile ypresienne grise plastique, légèrement sableuse en certains points, surtout dans les couches supérieures; elle descend de $21^m,80$ à 175 mètres. On y a recueilli les fossiles suivants :

Lucina squamula, Desh.
Ostrea multicostata, Desh.
— *submissa*, Desh.

A l'argile ypresienne fait suite le sable landenien gris, fin, glauconifère et fossilifère. On y a observé entre autres fossiles :

Lamna striata, Winkler, sp.
Potamides funatus, Mant.
Cyrena cuneiformis, Ferr.
Ostrea sparnacensis, Defr.

Ce sable repose sur une couche d'argile noire à la partie supérieure, grise vers la base. A $207^m,65$ commence la craie blanche avec silex noir; elle se termine à $237^m,95$ par un lit de gravier.

Le fond du puits se trouve dans les couches cambriennes; ce sont des phyllades altérés, jaunâtres, rougeâtres ou grisâtres, quelquefois violacés et des quartzites vert bleuâtre. A plusieurs niveaux, notam-

ment à 290^{m},10 et 302^{m},30, on a trouvé des filons de quartz blanc brunâtre.

La coupe du puits de Beernem peut donc se résumer de la façon suivante :

Cote de l'orifice : 18^{m},68.

TERRAINS RENCONTRÉS.			ÉPAISSEURS.	
TERRE ARABLE de		+ 18,68 à + 18,28		0^{m},40
Étage flandrien.	Sable jaune meuble, de	+ 18,28 à + 16,30		1^{m},98
Étage panisélien.	Sable glauconifère micacé avec grès, de	+ 16,30 à + 1,03		15^{m},27
Étage ypresien.	Sable fin micacé un peu anguleux, de	+ 1,03 à — 3,12	4^{m},15	157^{m},35
	Argile plastique, de	— 3,12 à — 156,32	153^{m},20	
Étage landenien.	Sable gris fin, de	— 156,32 à — 166,62	10^{m},30	32^{m},65
	Argiles noires ou grises, de	— 166,62 à — 188,97	22^{m},35	
Étage sénonien.	Craie blanche, de	— 188,97 à — 219,37		30^{m},40
Étage devillien.	Phyllades et quartzites, de	— 219,37 à — 332,12		112^{m},85
				350^{m},90

Comparons la coupe de ces deux puits avec celle du puits que l'administration communale de Gand a fait forer au quai du Strop pour le service des eaux de la ville (1). En faisant abstraction des couches supérieures, nous pouvons dresser le tableau suivant :

	I	II	III	Diff. entre I et II	Diff. entre II et III
Base de l'Ypresien	— 144^{m}	— 154^{m}	— 156^{m},32	10^{m}	2^{m},32
Base du Landenien	— 180^{m},15	— 187^{m}	— 188^{m},97	6^{m},85	1^{m},97
Base du Crétacé	— 196^{m},35	— 217^{m}	— 219^{m},37	20^{m},65	2^{m},37

I. Puits de la ville de Gand.
II. Puits de l'usine Lousbergs, à Gand.
III. Puits de Beernem, près Bruges.

(1) RENARD et VINCENT (dans G. COUNE), *Ann. de l'Association des ingénieurs sortis de l'école de Gand*, t. XX, p. 70, 1896-1897.

Les puits II et III offrent une concordance d'autant plus remarquable que les différences entre les deux puits de Gand, distants l'un de l'autre d'environ 1,800 mètres seulement, sont très grandes et fort inégales. Dans le premier sondage, le Crétacé n'a que 16 mètres d'épaisseur, tandis qu'il en a 30 dans le second; la puissance du Landenien est respectivement de 36 et 33 mètres. En ne tenant compte que des puits II et III, la pente des différentes couches du sous-sol entre Gand et Beernem serait de 2 mètres sur une longueur d'environ 30,000 mètres, c'est-à-dire de $^1/_{15\,000}$.

M. Leriche a bien voulu se charger de déterminer les Fossiles recueillis dans les puits que nous venons de décrire; nous lui en témoignons toute notre gratitude.

Quelques remarques au sujet des résultats fournis par les puits de Gand et de Beernem, par M. E. Van den Broeck.

En résumant à l'Assemblée le travail ci-dessus de M. Vanhove, M. le *Secrétaire général,* s'aidant d'une coupe au tableau, fait observer l'importance, au point de vue de la géologie régionale, de la contribution fournie par notre collègue gantois. Une notion intéressante sur les allures de la surface du Primaire, rencontré à Beernem à environ 65 mètres plus haut qu'à Ostende, est positivement acquise, ainsi que l'absence, dans ces parages, du Turonien et du Cénomanien, conséquence directe dudit relèvement primaire. Le Crétacé sénonien, épais de 64 mètres à Ostende, n'a plus, à Beernem, que 30 mètres, et comme il paraît n'exister plus dans la région du puits de Mariakerke, si voisine de Gand, on peut admettre qu'entre Beernem et Gand, la continuation du relèvement du substratum primaire, qui vient d'être signalé dans la région de l'ouest, doit exister sous forme d'une ride primaire accentuée, à moins qu'un phénomène de *faillage,* un peu à l'ouest de la région de Mariakerke, ne fasse brusquement cesser le plan incliné montant pour faire place à une subite dépression du roc primaire? Un autre indice de quelque accident géologique paraît être fourni précisément par ce fait que le flanc oriental de la dite arête ne montrerait plus, à Mariakerke, de trace de craie blanche sénonienne. On y a signalé, sous du Landenien, $10^m,85$ de sable glauconieux et de roches dures, interprétées comme silex (?) reposant sur $9^m,36$ d'argile et de « pierre tendre ou de marne », et représentant, d'après M. Rutot, le *Turonien* (1).

(1) A. Rutot, *Détermination de l'allure souterraine des couches formant le sous-sol des Flandres entre Bruxelles et Ostende.* (Bull. Soc. belge de géol., de paléont. et d'hydrol., t. I, 1887, Mém., pp. 3-19.)

Il convient de signaler que cette interprétation, basée sur des notes de carnet du sondeur, n'a pu s'appuyer sur l'examen d'échantillons.

Si, en regard de cette partie occidentale de la coupe générale : Ostende-Gand-Bruxelles, on constate que les puits jalonnant la région orientale, soit ceux de Wetteren et d'Alost, ne montrent pas non plus de craie blanche sénonienne, du moins d'après ce que nous apprennent les coupes publiées (1), et si de ce côté aussi, de même qu'à Mariakerke lez-Gand, on admet que c'est réellement le *Turonien* qui représente le terrain crétacé, une conclusion s'impose :

C'est que les puits de Gand fournissent, s'ils ont réellement rencontré de la craie blanche et pas de Turonien, un élément de discordance difficile à concevoir sans avoir recours à de profonds bouleversements du sous-sol, soit par un système de failles ou par quelque autre dispositif spécial permettant d'expliquer l'anomalie que présenterait, dans la région de Gand, la coupe générale : Ostende-Beernem-Mariakerke-Gand-Wetteren-Alost et Bruxelles.

A première vue et faute de précision dans les éléments d'appréciation fournis dans le travail qui précède au sujet du terrain crétacé rencontré à Gand par le sondage que décrit M. Vanhove, M. Van den Broeck serait assez disposé à admettre qu'il s'agirait, non pas de craie blanche sénonienne, mais également de marnes blanches turoniennes.

M. *Delecourt-Wincqz* dit qu'il a creusé le puits de Beernem et celui de la ville de Gand; il y avait, *sans aucun doute possible,* de la craie sénonienne; des échantillons des terrains traversés, dans ce dernier, ont été remis à la ville de Gand; la collection complète a figuré à l'Exposition de 1897, à Bruxelles, parmi l'envoi de M. le professeur Renard et aussi dans le compartiment de la Société de fonçage.

Le prélèvement d'échantillons cylindriques est la seule méthode sûre pour éviter des mélanges pouvant induire en erreur dans l'appréciation géologique; une collection d'échantillons ainsi recueillis aurait une grande valeur à la fois scientifique et pratique comme nature de comparaison. Les séries provenant de nombreux sondages en Russie et en Belgique, exécutés par l'orateur, sont à la disposition de la Société.

M. *Van den Broeck* accepte avec empressement cette offre et propose de déposer les échantillons au local du Service géologique.

M. *Mourlon* accepte ce dépôt, d'autant plus avantageux qu'il se compose d'échantillons immédiatement utilisables.

Van den Broeck fait observer le vif intérêt de la confirmation que vient de fournir M. Delecourt-Wincqz au sujet de la présence de la

(1) *Idem, Ibidem,* voir pp. 12 et 14.

craie sénonienne, tant dans le nouveau puits de la rue Charles-Quint à Gand que dans le puits de la ville, ainsi qu'à Beernem.

La présence, dans ces parages, d'un massif de craie sénonienne ne permet de fournir le tracé rationnel d'une coupe géologique passant par exemple par Ostende, Beernem, Mariakerke-lez-Gand, Gand (rue Charles-Quint), Wetteren, Alost et Bruxelles qu'en admettant l'existence d'un massif spécial multifaillé. Entre la région de Mariakerke, située à 4 kilomètres au nord-ouest de Gand et celle connue par le forage de Wetteren, à 13 kilomètres à l'est-sud-est de Gand, il existerait, localisé entre deux failles ayant provoqué l'arrivée, en ces parages, d'une sorte de massif de « charriage », sous forme d'îlot crétacé *sénonien,* contrastant avec son entourage latéral, exclusivement *turonien,* constaté à Mariakerke d'une part, à Wetteren et à Alost d'autre part.

Pour qu'il en fût autrement, il faudrait admettre que des assimilations *erronées* auraient été fournies naguère au sujet de l'interprétation des dépôts secondaires rencontrés dans les puits profonds *de ces trois localités,* dont malheureusement les échantillons n'ont pas tous été étudiés ni conservés. Il y a donc, en réalité, un grand aléa dans *les bases* du problème.

On se trouve ici en présence d'un dilemme. Ou bien il faut faire intervenir une solution d'ordre tectonique, telle que celle invoquée par M. Van den Broeck, ou bien il y a eu de graves erreurs dans l'interprétation des dépôts admis en 1887 comme d'âge *turonien* dans les puits de Mariakerke, de Wetteren et d'Alost.

Lorsqu'on commente le détail des couches « turoniennes » de Mariakerke, et qu'on note leur altitude comparative, on en arrive même à se demander si l'on n'a pas affaire tout simplement au Landenien?

Serait-ce par suite d'une telle erreur d'assimilation que, déjà dans sa coupe Ostende-Gand-Bruxelles, publiée en 1887 dans notre *Bulletin* (*loc. cit.*), M. *A. Rutot* aurait, par la comparaison des résultats si discordants fournis par le puits de Mariakerke et l'ancien puits de la rue Charles-Quint, été amené à signaler l'existence à Gand d'une importante dénivellation s'élevant à 33 mètres et qu'il interprétait par l'existence d'une *faille?*

Le problème, *s'il doit se résoudre ainsi,* serait plus compliqué, puisqu'il résulterait des données actuelles qu'il faudrait admettre ici, entre deux failles, *un déplacement latéral de terrain* ayant introduit comme un coin le massif sénonien, épais de 30 mètres, si curieusement localisé à Gand, à un niveau d'altitude très basse, entre les massifs, exclusivement turoniens, si bien représentés tant à Mariakerke vers

l'ouest, qu'à Wetteren vers l'est, et situé à des *altitudes bien supérieures à celles du massif sénonien gantois!* (1)

M. Van den Broeck fait encore observer que lorsqu'on note, d'après l'exposé de M. Vanhove, l'épaisseur considérable et vraiment déconcertante (31 mètres) des dépôts supérieurs ou *remaniés* du nouveau puits de la rue Charles-Quint, on est tenté d'y voir une conséquence précisément du *brouillage* possible amené par la présence de failles voisines, ayant agi sur les dépôts meubles tertiaires et post-tertiaires surmontant l'Ypresien. Il ne peut être ici question de dépôts *fluviaux* de cette épaisseur, malgré la présence, à divers niveaux et jusqu'à 25 mètres, d'*Unio batavus* encroûtés de tuf calcaire et encore munis de leur épiderme. Le mélange des éléments lithologiques si variés et si hétérogènes constituant ce « remanié » décrit par M. Vanhove s'y oppose, non moins que l'épaisseur anormale des dépôts. Faudrait-il y voir un *brouillage* tout autre, dû soit aux travaux de forage eux-mêmes, soit à de mauvaises conditions de récolte des échantillons? Nul ne saurait l'affirmer ni le nier en toute certitude, surtout sans l'examen attentif des échantillons et sans la connaissance précise des conditions dans lesquelles s'est effectué le travail de forage.

Quoi qu'il en soit, il convient de faire remarquer que, dans son interprétation de 1887 du premier forage, moins profond, de la rue Charles-Quint, M. Rutot avait cru pouvoir n'attribuer au terrain moderne et quaternaire qu'une épaisseur de $8^m,50$ et avait rattaché au *Paniselien* les $19^m,50$ de sables verts un peu argileux, dont toutefois il n'avait pas eu l'occasion de voir les échantillons, non conservés.

L'interprétation de M. Vanhove, basée sur l'étude d'une collection complète d'échantillons, a amené ce dernier à n'admettre pour les trente et un premiers mètres du sondage qu'un seul et épais dépôt de *terrain remanié.* Si les échantillons sont conformes à la disposition réelle des terrains et si cette opinion de M. Vanhove est exacte, elle ne pourrait guère se justifier que par l'excessif brouillage dû à la proximité d'une des failles invoquées.

Cette absence du Paniselien au puits nouveau de la rue Charles-Quint, ne pourrait en tout cas être qu'un phénomène *tout local,* car un peu plus au sud, à la base par exemple du massif de la Citadelle, on

(1) Le SOMMET des 30 mètres de craie sénonienne du puits de la rue Charles-Quint est à une cote *inférieure* à l'extrémité des forages arrêtés dans les massifs dits *turoniens* (soit infra-sénonien) que n'ont pu percer entièrement les puits de Mariakerke et de Wetteren. L'anomalie de disposition s'accentuerait ainsi singulièrement; elle confirmerait absolument l'hypothèse émise plus haut, faisant du « Turonien » de Mariakerke tout simplement du Landenien.

voit le Paniselien *in situ* et fossilifère, affleurer largement. Le Paniselien fait donc bien partie de la série stratigraphique gantoise, conformément à l'interprétation de 1887 de M. Rutot.

Une grande inconnue se dresse, il ne faut pas se le dissimuler, dans les parties profondes de la région de Gand, et cette inconnue ne paraît guère pouvoir s'expliquer : 1° que par l'hypothèse représentée graphiquement dans la figure qu'a essayé d'en donner M. Van den Broeck, soit par l'existence d'*un paquet sédimentaire déplacé,* englobant un massif descendu et latéralement refoulé de 30 mètres de craie sénonienne, localisé entre deux failles et ayant été charrié dans ces régions par un phénomène de tectonique dont il serait alors intéressant pour la géologie belge de rechercher les autres éléments d'appréciation et de détermination; 2° ou bien par une erreur d'interprétation naguère fournie pour les dépôts rapportés en 1887 au *Turonien* dans les puits de Mariakerke, de Wetteren et d'Alost. A Wetteren, et sans doute à Alost, il n'y aurait alors que de la craie sénonienne, comme à Gand, à Beernem, à Ostende et à Mariakerke on ne serait pas sorti du Landenien inférieur.

C'est à l'aide de renseignements complémentaires, surtout fournis par les *échantillons* des sondages profonds de la Flandre, que l'on sera à même de déterminer : 1° si l'hypothèse de disposition tectonique ci-dessus énoncée est exacte; 2° si le problème ne se résout pas plus simplement encore par une erreur d'assimilation au Turonien de couches sénoniennes et landeniennes (1).

Comme on le voit, conclut M. Van den Broeck, la note de M. Vanhove constitue l'amorce d'une étude à nouveau, très intéressante, de la géologie profonde de la plaine des Flandres.

(1) Au moment de donner le *bon à tirer* de ces lignes, je reçois de M. Rutot l'avis qu'il vient de retrouver les échantillons de Mariakerke, et, si incomplets qu'ils soient, il a pu s'assurer que l'hypothèse ici énoncée d'une *erreur d'interprétation,* en 1887, pour les couches profondes de ce sondage est absolument justifiée. Il n'y a *rien de Turonien* à Mariakerke, et le forage de 196 mètres de cette localité est non seulement resté dans le Landenien, mais est à peine sorti du *Landenien supérieur !*

La mention des éléments rocheux rencontrés par le sondeur et indiqués dans ses notes comme « pierres dures, silex ? » a contribué, en 1887, à induire M. Rutot en erreur. A cette époque, d'ailleurs, le curieux facies de grès très dur landenien à grain fin, si bien observé au puits du *Palace-Hôtel* d'Ostende, était pour ainsi dire inconnu.

De ces constatations nouvelles et rectificatives, on peut conclure aussi que les couches secondaires des puits de Wetteren et d'Alost auront été à tort rapportées au Turonien. Le Sénonien régnerait donc partout, quoique inégalement développé, entre Ostende et Bruxelles, où il se réduit à une très faible épaisseur dans la région sud de cette dernière ville. (*Note ajoutée pendant l'impression,* E. V. D. B.).

A PROPOS
DES
NOUVELLES INSTRUCTIONS A SUIVRE POUR L'ÉTUDE
DES PROJETS D'ALIMENTATION D'EAU POTABLE
DES COMMUNES DE FRANCE

PAR

A. RUTOT.

Un événement que, comme hommes de science et plus particulièrement comme géologues, nous ne pouvons apprécier autrement que comme de la plus haute importance, vient de se produire en France.

Cet événement n'est autre que la consécration officielle de la nécessité de faire intervenir la science pure comme élément initial pour la solution de tout problème d'alimentation des villes ou des communes en eau potable, ne comportant pas une simple épuration chimique d'eaux quelconques.

Dès 1890, notre Secrétaire général, M. E. Van den Broeck, avait, dans son travail intitulé : *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux considérés aux points de vue géologique et hydrologique* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOLOGIE, t. IV, 1890, Procès-Verbal du 15 juillet), déjà si nettement exposé la marche à suivre dans l'étude des questions de recherches d'eaux potables que l'on croirait, vraiment, que la Commission gouvernementale française a tenu à suivre pas à pas le programme tracé.

Voici ce qu'écrivait M. Van den Broeck en commençant le travail ci-dessus signalé :

« L'étude d'un projet de drainage ou de captation d'eau comprend des points de vue très divers. La marche rationnelle consiste à s'adresser d'abord à la *géologie*, qui détermine la structure et les relations générales des couches, ainsi que leurs relations avec les nappes ou

ressources aquifères qu'elles contiennent, qui permet de dresser des coupes rationnelles des terrains, de déterminer leurs conditions de perméabilité ou d'imperméabilité, ainsi que les difficultés qu'elles offriront aux travaux de mine, de fouille, de construction. etc. Vient ensuite l'*hydrologie*, qui précise le nivellement, le fractionnement des nappes, les quantités d'eau disponibles, le débit moyen avec les minima. La *chimie* et la *bactériologie* doivent intervenir ensuite, pour déterminer la composition des eaux et les variations qu'elles peuvent présenter périodiquement, leur nocivité ou leur innocuité au point de vue hygiénique.

» C'est seulement lorsque ces éléments sont acquis que l'*ingénieur* devrait entrer en ligne pour rechercher les conditions d'établissement les plus favorables et les mieux appropriées aux données géologiques et hydrologiques. Son projet, établi alors sur des bases sûres, peut être livré ensuite aux *financiers,* aux *autorités compétentes* et aux conseils *juridiques,* dont le rôle est tout indiqué. »

Lorsque l'on prend connaissance du *Rapport à M. le Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes, sur l'instruction des projets de captage et d'adduction d'eaux, sur le droit d'usage, l'acquisition et la protection des sources*, élaboré par une Commission composée de représentants des Ministres de la Guerre, de l'Instruction publique, de l'Agriculture, des Travaux publics et de l'Intérieur (1), on constate qu'il n'est, pour ainsi dire, que le développement de ce qu'avait écrit notre Secrétaire général dès 1890.

Cette Commission était chargée :

1° De rechercher quelles mesures peuvent être prises pour abréger les délais dans l'instruction des projets de captage et d'amenée des eaux destinées à l'alimentation publique ;

2° D'étudier les moyens les plus propres à assurer la protection des sources, notamment des sources dites vauclusiennes (2).

L'examen de nombreux points en discussion amena un classement méthodique des sujets à étudier, et ainsi furent séparées tout d'abord les dispositions *scientifiques* des dispositions *administratives* à prendre pour l'examen des projets d'adduction d'eau potable.

(1) *La géologie* était représentée dans cette Commission par M. *Michel Lévy,* membre de l'Institut, ingénieur en chef des mines, directeur du Service de la Carte géologique de France, et par M. *Munier-Chalmas,* professeur de géologie à la Faculté des sciences de Paris.

(2) Les sources dites vauclusiennes sont celles sortant en abondance des massifs calcaires fissurés.

La partie traitant du *Travail scientifique* est celle qui nous intéresse tout spécialement, et la première phrase du chapitre est la suivante :

« Le premier résultat, assez inattendu, de notre étude, fut de montrer que les garanties actuellement données à la protection de la santé publique dans l'instruction des affaires d'adduction d'eau sont insuffisantes et doivent donc être étendues. »

Le Rapport continue ensuite :

« M. Jules Legrand avait fort bien indiqué au Sénat les trois éléments qui composent, en cette matière, une instruction complète :

» D'après les plus récents travaux scientifiques, disait-il, il est établi que l'analyse chimique ne suffit pas. Il faut y joindre l'analyse microbiologique et, en outre, utiliser les données fournies par la géologie sur la nature des terrains traversés par les eaux.

» Ce troisième élément, les données géologiques, a été jusqu'ici, non pas omis, mais un peu négligé, relégué au troisième plan. Il a paru à votre Commission qu'il devait passer au premier.

» L'examen géologique doit, en effet, précéder l'analyse, car celle-ci est inutile si celui-là est défavorable. A quoi sert l'assurance qu'une eau est excellente au point de vue chimique, qu'on n'y trouve aucun microbe pathogène, si cette eau est captée dans des terrains tels que sa composition est sujette à d'inévitables variations ? Si, bonne aujourd'hui, elle peut être mauvaise demain ? Si, à certains endroits de son parcours ou sous l'influence de certaines circonstances, par exemple à la suite de grandes pluies, elle est exposée à recevoir des infiltrations de marécages, de bourbiers, de mares ou d'autres milieux infectés ? »

On croirait ces pages écrites par l'un ou l'autre de nos spécialistes, et nous ne pouvons que les approuver entièrement.

Ces excellentes considérations, ainsi que les propositions de la Commission au sujet de l'instruction de tout projet d'alimentation de communes en eau potable, c'est-à-dire établissement des *bases scientifiques* de la solution pratique, précédant toute autre opération, ont été adoptées par le Gouvernement français, qui a traduit le tout en une circulaire aux préfets, dont nous croyons utile de donner aux pages ci-contre, à titre de document, le texte complet :

MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR
ET DES CULTES

DIRECTION
DE
L'ASSISTANCE
ET DE
L'HYGIÈNE PUBLIQUES

4e BUREAU

HYGIÈNE PUBLIQUE

Instruction des projets pour l'alimentation en eau des communes.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 10 décembre 1900.

LE PRÉSIDENT DU CONSEIL,

MINISTRE DE L'INTÉRIEUR ET DES CULTES.

*A Monsieur le préfet de*___

« Une circulaire d'un de mes prédécesseurs, du 23 juillet 1892, a tracé les règles à suivre pour l'instruction des projets d'alimentation en eau présentés par les communes.

» Depuis lors, à la suite d'observations qui ont été échangées devant le Sénat le 30 mars 1899, mon administration s'est préoccupée de rechercher quelles mesures peuvent être prises pour abréger les délais dans l'instruction des projets de captage et d'amenée des eaux destinées à l'alimentation publique.

» Une commission a été constituée à cet effet et elle a proposé des résolutions auxquelles j'ai donné mon assentiment.

» L'instruction des affaires de cette nature se présente sous un double aspect, le point de vue scientifique, le point de vue administratif.

» Une eau ne pouvant être utilisée pour l'alimentation qu'autant qu'elle a été reconnue salubre, la détermination de la salubrité de l'eau doit précéder l'examen de toutes les autres questions. Or, il résulte des travaux scientifiques les plus récents que, pour apprécier cette salubrité, l'analyse chimique ne suffit pas. Il faut y joindre l'analyse microbiologique et, en outre, utiliser les données fournies par la géologie sur la nature des terrains traversés par les eaux. L'examen géologique doit lui-même précéder l'analyse, car celle-ci est inutile si celui-là est défavorable; on ne peut en effet utiliser une eau, si pure qu'elle soit à l'analyse, si elle demeure sujette à des causes de contamination. Cette étude préliminaire sera confiée aux collaborateurs du service de la Carte géologique de

France. A cet effet, il sera dressé un tableau des géologues affectés aux différentes régions. Je vous ferai parvenir un exemplaire de ce tableau.

» Si l'état géologique du terrain ne donne pas des résultats nettement défavorables à l'eau proposée, l'instruction sera poursuivie par l'analyse chimique et l'analyse bactériologique.

» Le Comité consultatif d'hygiène publique de France, dans l'examen des projets d'amenée d'eau qui lui ont été soumis jusqu'à ce jour, a eu trop souvent à constater l'insuffisance, et parfois l'inexactitude manifeste, des analyses jointes aux dossiers de ces projets. On ne saurait ici s'entourer de trop de précautions et vous apporterez un soin extrême au choix de l'analyste que vous chargerez, à la suite de l'avis du géologue, de procéder aux analyses de l'eau.

» Le paiement des indemnités qui seront la conséquence obligée des examens géologique, bactériologique et chimique, et qui ne seront pas élevées (on a calculé qu'en moyenne les indemnités dues au géologue et à l'analyste ne dépasseront pas ensemble cent cinquante francs), sera naturellement à la charge des communes, comme les autres dépenses auxquelles les projets d'adduction d'eau donneraient lieu. Les communes ne se plaindront pas d'avoir à acquitter une dépense préalable minime, qui peut avoir pour conséquence de leur éviter les frais beaucoup plus considérables de la confection d'un projet. Quand donc une commune sera dans l'intention d'amener de l'eau potable, elle vous en avisera et vous enverra en même temps une délibération par laquelle elle s'engagera à payer les indemnités qui seraient dues au géologue et au chimiste que vous chargerez des examens géologique, bactériologique et chimique.

» L'eau à utiliser ayant été reconnue salubre, à qui doit-il appartenir de donner l'autorisation nécessaire à l'exécution des travaux ?

» Actuellement c'est le Ministre de l'intérieur qui, sur l'avis du Comité consultatif d'hygiène publique de France, accorde dans tous les cas les autorisations d'amenée d'eau. Il a paru nécessaire de maintenir l'autorisation ministérielle pour les villes de plus de 5,000 habitants. En effet, dès que l'on se trouve en présence d'une agglomération importante, l'intérêt national se manifeste avec force et l'intervention du pouvoir central s'impose. L'épidémie qui sévit dans une ville est une menace immédiate pour toutes les campagnes environnantes et, de proche en proche, peut s'étendre très loin. En outre, beaucoup de ces villes possèdent des garnisons, et il importe que, l'autorité militaire ayant assuré au prix de grands efforts et de grandes dépenses une distribution d'eau pure dans les casernes, ces efforts et ces dépenses ne soient pas rendus inutiles par la contamination de l'eau que nos soldats boivent hors de la caserne. Ces villes sont au nombre de 584.

» Les 35,586 autres communes de France pourront obtenir du préfet l'autorisation nécessaire en cas d'avis favorable du géologue, du chimiste

et du conseil départemental d'hygiène, le conseil d'hygiène d'arrondissement (en dehors de l'arrondissement chef-lieu) préalablement consulté. Toutefois si un tiers des membres du conseil départemental d'hygiène, malgré l'avis favorable de ce conseil, croyait devoir en appeler au Comité consultatif d'hygiène publique de France, l'affaire sera renvoyée devant le Comité et le Ministre de l'intérieur.

» En résumé, Monsieur le préfet, les diverses parties de l'instruction d'une affaire d'adduction se poursuivront dans l'ordre que voici :

» Lorsqu'une commune voudra s'assurer le bienfait d'une amenée d'eau potable, elle vous en avisera, en s'engageant à payer les indemnités de vacation au géologue et à l'analyste ;

» Vous chargerez le géologue désigné, comme il a été dit ci-dessus, de visiter les lieux et de vous adresser un rapport sur les conditions de pureté de l'eau et sur ses chances de contamination ;

» Si le rapport du géologue est défavorable, vous le communiquerez à la commune ;

» Si le rapport est favorable, vous chargerez l'analyste choisi par vous de procéder à l'analyse de l'eau ;

» Celui-ci s'entendra avec le maire pour le prélèvement des échantillons, puis vous adressera les résultats de l'analyse chimique et bactériologique de l'eau ;

» Lorsque le géologue aura constaté que le terrain est favorable et qu'ensuite l'analyste aura constaté que l'eau est mauvaise, il est désirable que les deux praticiens se concertent pour rechercher si la mauvaise qualité de l'eau ne tiendrait pas à des causes accidentelles qu'il serait facile de supprimer ;

» Vous enverrez l'avis du géologue et celui de l'analyste au maire de la commune en l'engageant, s'il y a lieu, à faire dresser un projet complet ;

» La commune fera dresser ce projet par qui elle l'entendra et l'enverra au sous-préfet, lequel provoquera l'avis du conseil d'hygiène de l'arrondissement et vous enverra le dossier avec la délibération de ce conseil ;

» Si la commune intéressée a plus de 5,000 habitants, ou si l'avis, soit du géologue, soit de l'analyste, est défavorable au projet et que cependant la commune y persiste, vous m'adresserez le dossier pour être soumis au Comité consultatif d'hygiène publique de France, sur l'avis duquel je statuerai ;

» Si la commune a moins de 5,000 habitants et si les avis du géologue et de l'analyste sont favorables, vous statuerez après avis du conseil départemental d'hygiène. Néanmoins, si la délibération du conseil départemental d'hygiène est favorable à l'exécution et qu'un tiers des membres qui composent ce conseil demandent que l'affaire soit soumise au Ministre de l'intérieur, vous me transmettrez le dossier, pour être soumis au Comité consulatif d'hygiène publique de France ;

» Si les travaux de canalisation doivent avoir une certaine importance, s'ils exigent une déclaration d'utilité publique, si des ouvrages d'art doivent être exécutés, si le captage de la source projetée doit modifier le régime des eaux de la vallée parcourue par le cours d'eau, si la commune, en même temps qu'elle fait une adduction d'eau potable, veut se servir de l'eau pour l'arrosage et demande une subvention sur les crédits de l'hydraulique agricole, il va de soi que l'avis des comités d'hygiène n'est pas suffisant, car ceux-ci ne se prononcent que sur la salubrité de l'eau. Leur avis doit être placé le premier par la raison que, si l'eau n'est pas salubre, tout devient inutile. Mais, l'eau proposée reconnue salubre, il peut être nécessaire de prendre à d'autres points de vue l'avis des conseils techniques.

» Il arrivera donc que le dossier, après avoir été examiné par le conseil départemental ou par le Comité consultatif, devra être transmis par vous ou par le ministère de l'intérieur à celui des travaux publics, pour être soumis au Conseil général des ponts et chaussées; que de ce dernier ministère il passera à celui de l'agriculture, pour être soumis à la commission consultative de l'hydraulique agricole. De là il devra encore le plus souvent aller au Conseil d'État.

» Il a été reconnu que des simplifications sont quelquefois possibles en ce qui concerne le service des ponts et chaussées. Si des travaux à effectuer nécessitent l'avis technique de ce service, on pourra, même lorsque l'importance des travaux doit nécessiter la déclaration d'utilité publique, se contenter du rapport de l'ingénieur en chef du département, rapport que vous devrez joindre au dossier. Il suffira à vous éclairer quand il s'agira des travaux faits dans les communes de moins de 5,000 habitants. D'ailleurs, dans nombre de cas, l'affaire devra aller quand même à la commission de l'hydraulique agricole, où elle trouvera les mêmes juges qu'elle eût trouvés au Conseil général des ponts et chaussées.

» En ce qui concerne le ministère de l'agriculture, une note jointe à la présente circulaire indique le moyen de remédier au retard résultant de l'examen des dossiers par la commission de l'hydraulique agricole. Il suffirait, pour que l'instruction hydraulique pût se faire concurremment avec les autres, que la commune fît, à ce point de vue, un dossier distinct, dont une circulaire de M. le Ministre de l'agriculture déterminera les éléments.

» Vous voudrez bien m'accuser réception de la présente circulaire. Si, pour en assurer l'exécution, il vous paraissait nécessaire d'avoir sur certains points des explications plus complètes, vous pourriez utilement consulter le rapport présenté au nom de la commission qui a établi les bases de cette nouvelle procédure et dont un exemplaire est ci-joint.

» J'ajoute que je m'empresserais de vous faire parvenir sans délai les renseignements que vous croiriez devoir me demander. Mais, dès maintenant, j'appelle votre attention sur le rôle important qui va échoir au

conseil départemental d'hygiène. Il ne devra pas se borner à apprécier les avis donnés par les géologues et les analystes. D'autres questions sont à étudier dans un dossier d'adduction d'eau que celle de la composition de l'eau et la constance dans cette composition. Il faut examiner le mode de captage, chose essentielle. Il faut se rendre compte des dispositions adoptées pour mettre l'eau, soit au point de vue du captage, soit sur son parcours, à l'abri de toute contamination. Il faut encore rechercher si la quantité de l'eau qui sera obtenue par les travaux projetés correspondra à la population desservie.

» On a trop souvent reproché aux conseils d'hygiène de manquer d'initiative et d'activité. Pourtant ces assemblées sont habituellement composées d'hommes intelligents, instruits, dévoués au bien public. Il vous serait possible d'ailleurs, si vous le jugiez utile, de leur adjoindre de nouveaux éléments. L'article 4 du décret du 18 décembre 1848 permet au Ministre de l'intérieur de le faire. Il conviendrait, autant que les résidences le permettront, de comprendre dans le conseil départemental un géologue correspondant du service de la Carte et un analyste compétent. Cette adjonction tendrait à établir l'harmonie entre les différentes parties du service sanitaire.

» Le régime nouveau institué par la présente circulaire donnera une utile impulsion aux conseils départementaux d'hygiène. Je ne doute pas, en effet, que ceux-ci ne mettent leur honneur à excercer avec clairvoyance et prudence les attributions nouvelles qui leur sont confiées et qui intéressent tellement la sauvegarde de la santé publique. »

Le président du Conseil,
Ministre de l'Intérieur et des cultes,
WALDECK-ROUSSEAU.

Voilà où en sont arrivés, en France, les pouvoirs publics, après examen détaillé d'une foule de cas où, au lieu d'alimenter les populations en eau potable, on les empoisonnait officiellement.

Faut-il, pour en arriver là, dans un pays où l'idée des applications de la géologie a des racines notablement moins profondes qu'en Belgique, que les exemples de captages défectueux aient été nombreux, certains et indiscutables?

Quelles évidences a-t-il fallu pour forcer des législateurs non seulement à s'occuper, mais à conclure conformément à l'avis des spécialistes, généralement si dédaigné dans les assemblées où la politique prime tout?

Convenons donc, malgré tout ce que nous avons dit, malgré les

rapports si éloquents, les statistiques si lugubres, les avis si nets formulés par les commissions médicales et les conseils d'hygiène, que la Belgique s'est laissée distancer par la France.

La seule consolation que nous puissions avoir, en présence de cet événement, est que, comme nous le disions ci-dessus, grâce aux efforts constants de nos géologues depuis une quinzaine d'années, grâce aux brillants succès qu'ils n'ont cessé de remporter chaque fois qu'une question pratique de leur compétence leur est soumise, les esprits s'ouvrent de plus en plus, dans notre pays, à la confiance en la Science et à la compréhension de la nécessité d'établir d'abord *les bases scientifiques* de tout problème d'hydrologie, de travaux publics ou d'exploitation qui se présente.

Sans qu'aucune disposition officielle ait été imposée, nous voyons les pouvoirs publics, les administrations communales, les industriels venir librement à nous, chaque année, plus nombreux et plus convaincus de la réelle utilité de nos études et de nos avis.

Nous pouvons prévoir que, dans peu de temps, grâce aux persévérants efforts de la *Société belge de géologie,* la notion de l'indispensable utilité de l'intervention efficace de la Géologie dans tous les cas, si nombreux, où le sol ou le sous-sol sont en jeu, sera entrée *par la persuasion* dans l'esprit de tous, et certes, ce résultat positif et solide pourra largement compenser, pour notre pays, les lacunes de la législation.

Et maintenant, pour terminer, je voudrais ajouter quelques mots à l'adresse de nos chers confrères français.

Maintenant, qu'ils sont appelés à l'honneur, les voici, par le même motif, à la peine et à la responsabilité, et, ne l'oublions pas, cette responsabilité est énorme.

Un *avis* donné à des administrations communales, à des pouvoirs publics, n'est plus l'expression de présomptions, d'opinions, de vues à vol d'oiseau, une application de généralités.

Bien que devant être considérée comme très sérieuse, la *responsabilité scientifique* est, somme toute, légère à porter.

On est jugé par ses pairs, qui connaissent les difficultés du travail, on est critiqué courtoisement et avec sympathie par des confrères et, si l'on a tort, on est finalement vivement félicité de ne s'être pas entêté dans l'erreur.

Tout autre est la *responsabilité dans les questions pratiques.*

Ici, on ne peut commettre la plus légère faute qui n'ait les plus graves conséquences.

Dans ce cas, le jury, c'est le public, c'est la masse ignorante et hostile, sceptique, doutant de tout parce qu'elle ne se doute de rien, incapable d'apprécier la difficulté, incapable de distinguer le bien du mal, le tout aggravé par l'esprit de clocher, l'esprit de parti, la haine des concurrents et des évincés, etc.

Désormais, toute intervention de la géologie officiellement reconnue comme élément de premier ordre doit être une victoire, sous peine de voir s'effondrer, aux yeux de la masse, non pas la science de celui qui est tombé dans l'erreur, mais toute la science géologique. Ce serait la « faillite de la science ».

Dans les cas d'applications, il n'est plus possible de s'en tenir aux vues d'ensemble, aux généralités; chaque cas qui se présente est, dans toute la force du terme, un *problème local*, qui demande à être étudié bien autrement à fond qu'un problème de science pure et qui, à *tout prix, doit* recevoir la seule solution nette, précise et pratique qu'il comporte.

Aussi, dans la grande majorité des cas, la méthode de solution des *problèmes locaux* diffère-t-elle notablement de la méthode plus large employée à la solution des problèmes de science pure.

Les masses, n'étant pas encore imprégnées de l'immense utilité de la science pure, sont loin de lui avoir accordé les puissants moyens d'action dont elle devrait disposer.

Des budgets, toujours minutieusement comptés, toujours trouvés trop considérables, et en réalité presque toujours insuffisants, lui sont accordés, de sorte qu'en beaucoup de pays — la Belgique n'est heureusement pas de ce nombre — l'observation scientifique, mal rétribuée, mal outillée ne peut être que sommaire et superficielle; la solution de tout problème nécessitant des frais, même modérés, devant être remise ou suspendue jusqu'à ce que le hasard, sous forme de creusement de puits, de tranchées de chemins de fer, de canaux ou d'exploitation de matériaux utiles, permette de se trouver en possession de tous les éléments de la solution.

Au point de vue du public et des pouvoirs qui en émanent, que peut importer que tel ou tel problème de science — pure aujourd'hui, d'utilité générale demain — reçoive ou non sa solution? La science peut attendre !

Mais lorsqu'il s'agit d'application, les choses changent du tout au tout.

Alors ce n'est plus l'intérêt de la science qui importe : c'est l'intérêt public; ce n'est plus la science qui attend avec patience la solution tant désirée : c'est le public qui attend impatiemment un bienfait, qui demande un avantage considérable : la santé.

Et alors il n'est plus question de sérénité, de dignité scientifique opposées à l'ignorance des masses; c'est la question brûlante qui s'impose, c'est la solution immédiate, parfaite, pratique, dont les résultats peuvent être appréciés de tous, en faits d'une part, en francs et centimes de l'autre.

Le problème, étant ainsi posé, doit être étudié à fond, à bref délai, avec solution exacte et complète, immédiate.

Il ne peut donc plus être question de quelques courses rapides de reconnaissance, d'observations superficielles; on ne peut plus remettre à plus tard la connaissance des faits qu'il est impossible d'observer à découvert puisqu'ils se passent sous terre.

Les hypothèses, les prévisions ne sont plus de mise; l'observation des faits doit être précise et complète, et pour cela, les grands moyens, tels que fouilles, sondages, tranchées, puits, galeries, *doivent* être employés, car eux seuls, dans beaucoup de cas, permettent d'obtenir tous les éléments géologiques et hydrologiques nécessaires à la mise en équation du problème.

A ce point de vue, je n'hésite pas à trouver malheureuse l'indication de la circulaire ministérielle fixant à environ 150 francs les frais pouvant couvrir les honoraires du géologue et de l'analyste; cela fait 75 francs pour chacun d'eux, et cependant les responsabilités sont loin d'être égales.

L'analyste est loin d'engager la responsabilité des sciences chimiques comme le géologue engage celle des sciences géologiques.

L'analyse se fait selon des méthodes fixes, toutes tracées, sûres, pratiques; tandis que l'étude géologique est pleine d'imprévus, de difficultés, de traquenards, de causes d'erreurs involontaires qui mettent le géologue de *première ligne* autrement en évidence que l'analyste de *seconde ligne*. En cas d'erreur, ce dernier passera tout au plus pour un mauvais opérateur, et tout sera dit.

On peut donc prévoir que si, dans quelques cas, la maigre somme prévue sera suffisante, dans une foule d'autres elle sera insuffisante pour l'accomplissement d'un travail *sérieux*.

Aussi ne pouvons-nous assez engager nos confrères français à n'accepter qu'avec la plus grande circonspection les missions qu'on voudra leur confier.

Avant d'accepter, ils devront tâter le terrain, voir s'ils se sentent toutes les aptitudes nécessaires, s'ils sont assurés de tous les moyens pour arriver rapidement à la solution rigoureuse du problème, car, en cas d'acceptation, la responsabilité devient immédiatement énorme.

Ajoutons encore qu'il ne faut pas se dissimuler que ce sera toujours une très grosse déception pour les administrations communales et pour le public de recevoir simplement un avis *purement scientifique,* aussi exact qu'il puisse être.

Il ne suffit pas de déclarer aux édilités : il y a de l'eau dans telle couche, à telle profondeur, en quantité suffisante et déclarée de bonne qualité par l'analyste; il faudra, pour être pris en véritable *considération,* que l'avis du géologue indique sommairement, sans entrer dans les détails techniques, le MOYEN DE PRENDRE POSSESSION DE L'EAU SIGNALÉE.

A cet effet, le géologue ne doit pas être étranger aux divers systèmes, très simples et très peu nombreux, de captage des eaux, et surtout, il devra suivre les perfectionnements principaux apportés à ces modes de captage.

Un exemple suffira pour faire comprendre ma pensée.

Supposons que nous nous trouvions en présence d'un des cas les plus simples en apparence.

Il est question de fournir de l'eau potable à une commune établie sur une épaisse couche de sable perméable reposant sur une couche d'argile imperméable.

Une superbe couche aquifère imprègne la moitié inférieure des sables; l'eau est d'excellente qualité.

Chaque habitation est mise, par puits domestiques maçonnés, en communication avec la couche aquifère; mais, comme les principes de l'hygiène sont le moindre souci des habitants, fosses d'aisances, fosses à purin, puits perdus déversent à l'envi, avec leurs liquides infects, leurs microbes pathogènes, par des fissures du sol et des maçonneries, dans les puits devant soi-disant fournir de l'eau potable.

D'une eau pure et cristalline, on fait aussitôt un dépotoir, où bêtes et gens vont s'abreuver.

Naturellement, ce qui doit arriver arrive : bêtes et gens sont empoisonnés chacun par les bacilles éprouvant le plus de sympathies pour leur organisme, et la maladie s'implante dans la région.

Bien que chacun empoisonne volontairement, mais inconsciemment, une excellente eau accessible à tous, chacun réclame avec instance de l'eau potable.

Voilà donc le géologue « de premier rang » consulté.

Un examen attentif des lieux lui fera connaître la constitution et l'allure du sol et du sous-sol; les puits domestiques, mesurés, fourniront les données hydrologiques, et le géologue sera alors à même de donner un avis scientifique qui sera :

Malgré la présence d'eaux contaminées dans les puits domestiques, il existe au sous-sol une vaste couche aquifère fournissant *probablement* de l'eau très pure, pouvant très utilement être utilisée.

Que feront les édilités d'une telle réponse? Absolument rien.

Il faudra donc que le géologue se remette à la besogne; il cherchera l'inclinaison des couches et, la présence des dépressions de cours d'eau lui indiquant le sens du mouvement des eaux souterraines, il devra désigner, en quelques mots, quel emplacement et quel moyen il préconise pour le captage des eaux.

Si aucune source bien visible et suffisante ne se présente à proximité, en un point favorable excluant toute idée de contamination à distance par les puits domestiques de la localité, il faudra que le géologue indique l'*emplacement* du captage, et comme cet emplacement *dépend absolument* du *mode de captage* employé, il faudra qu'il fasse lui-même un choix, nul autre n'étant en état de le faire aussi bien que lui, avec les éléments scientifiques dont il dispose.

Or, en beaucoup de centres de province, où les idées de perfectionnement ne pénètrent que lentement, en dehors du captage direct des sources existantes, on ne connaît guère que le captage par galerie drainante engagée en plein dans la couche aquifère.

Souvent, le géologue n'a qu'une connaissance théorique du système; et ceux qui ont quelque pratique savent à quels aléas, à quels déboires, à quelles pertes d'argent on s'expose en adoptant ce système accepté par la routine.

Les traités généraux consultés indiquent de 80 à 100 francs le prix du mètre courant des galeries, et lorsqu'on passe à l'exécution, on est souvent bien aise de venir à bout du travail à raison de 10,000 francs le mètre courant, sans compter les difficultés matérielles, accidents, imprévus, pertes de temps, etc.

On conçoit aisément qu'il soit alors de toute utilité, pour le géologue, de connaître, au moins en fait, les perfectionnements apportés au captage des eaux renfermées dans les sables aquifères.

Deux perfectionnements de la plus haute importance se sont produits récemment.

Si le soubassement imperméable des sables aquifères n'est pas trop profond et dépasse, par exemple, l'altitude des vallées ou dépressions avoisinantes, on peut creuser, à sec, une galerie dans le terrain imperméable, puis mettre en communication cette galerie, toujours facile à établir, avec la couche aquifère supérieure par des drains verticaux.

Ces drains font écouler par gravitation l'eau de la couche aquifère dans la galerie réceptrice.

Mais dans certains cas, lorsqu'on se trouve sur des plateaux étendus, on ne peut user de ce subterfuge et l'on doit se résoudre à opérer le captage par puits.

Mais ici se présente une difficulté, insurmontable jusque dans ces derniers temps.

Si l'on descend un puits creusé à la main ou foré, aussitôt que l'on atteint la couche aquifère, on est arrêté.

Que l'on creuse à la main ou à la sonde, l'eau forme avec le sable un mélange absolument fluide, et toute partie retirée est aussitôt remplacée par une masse équivalente venant des points voisins.

Si, après repos, on pompe, toute la masse se met en mouvement et ensable le puits.

C'est pour cette raison que, jusqu'ici, les sondeurs délaissent généralement les plus magnifiques et fructueuses couches aquifères renfermées dans des sables, pour aller chercher, bien profondément, dans des roches dures, fissurées, des débits plus ou moins aléatoires d'eaux souvent minéralisées.

Pour résoudre la difficulté, il a donc fallu trouver le moyen de garnir le tubage des puits forés d'un filtre qui laisse passer l'eau et qui retienne le sable.

Après bien des essais infructueux, quelques ingénieurs ont résolu le difficile problème.

De bons systèmes sont préconisés en France; mais ma confiance personnelle va plutôt au système de puits filtrant imaginé par un de nos plus savants techniciens, membre de la Société belge de géologie.

Il est inutile, pour le géologue, de connaître à fond les systèmes; il doit au moins en connaître l'existence et les résultats réels fournis par la pratique.

Supposons donc le cas d'un plateau sableux sur lequel se trouve établie une commune qui a infecté des eaux et qui en demande de potable.

Supposons que la disposition des lieux ne permette pas l'utilisation de la galerie collectrice en terrain imperméable reliée par drains verticaux à la couche aquifère.

C'est donc la solution par puits filtrant qui s'impose.

Mais tout point quelconque ne convient pas pour établir le puits.

Il faut d'abord que l'emplacement soit situé hors de l'agglomération et hors de la zone contaminée par les habitations, c'est-à-dire à l'amont par rapport à la circulation générale des eaux souterraines.

Il faut, de plus, que cet emplacement soit situé, autant que possible, à une altitude suffisante pour que la pompe envoie directement, dans un réservoir voisin, l'eau nécessaire à l'alimentation qui s'écoulera, par gravitation, vers toutes les parties de la commune.

A cause des pertes de charge dans les canalisations, il faudra toujours compter que le réservoir devra être établi à une dizaine de mètres plus haut que le point le plus élevé à desservir (1).

Tous ces points de pratique immédiate, qui se lient intimement à la conclusion scientifique proprement dite, devront donc être abordés par le géologue, de sorte que, dans son rapport aux autorités communales, il dira non seulement :

« Il existe, sous votre territoire, une couche aquifère satisfaisante, dont la surface se trouve à 15 mètres de profondeur et dont la base se trouve à 25 mètres sous le sol, déclarée potable par l'analyste » ; mais il ajoutera, à titre consultatif et pour fixer les idées : « Cette couche aquifère pourra avantageusement être captée au moyen d'un puits filtrant dont la hauteur de colonne filtrante aura 8 mètres, dont l'orifice sera placé à tel point, — nettement indiqué, — à l'altitude..., de manière que l'eau, refoulée par pompe dans un réservoir voisin puisse desservir, par gravitation, tous les points de la commune. »

Voilà, d'après l'expérience que nous avons acquise, le genre d'avis que les administrations communales attendent du géologue et sans lequel elles ne se décident à rien.

Évidemment, ce ne sera là qu'un avis, qui n'engagera jamais les sciences géologiques, qui pourra être examiné et même parfois discuté ou critiqué par des techniciens « réellement » compétents, tels que les ingénieurs de grandes villes, par exemple ; mais pour ce qui concerne les communes rurales, dont le technicien ordinaire sera un architecte ou un agent voyer, lorsque ce ne sera pas un maçon ou un plombier, l'avis donné par le géologue aura, au point de vue de l'établissement du projet, une très grande importance.

(1) Dans la grande majorité des cas, comme, pour éviter la zone contaminée, il faudra s'éloigner des habitations et aussi placer l'orifice du puits à une altitude supérieure à celle des points habités, le géologue devra faire effectuer, avant de remettre son rapport, un forage tubé au point choisi pour l'emplacement du puits. Ce forage, qui devra, autant que possible, descendre jusqu'au terrain imperméable supportant la couche aquifère, fournira tous les éléments *pratiques* du problème : nature du terrain, profondeur de l'eau sous le sol, épaisseur de la nappe aquifère. Enfin, c'est dans ce forage que l'analyste devra puiser l'eau à analyser, puisque tous les puits domestiques sont infectés.

On nous accusera peut-être d'avoir poussé la situation au noir, de demander trop du géologue ; nous répondrons, car c'est notre conviction, que la réussite est à ce prix.

Du reste, ce résultat vaut bien un effort, car le géologue ne travaillera jamais en perte, bien au contraire.

Outre qu'il trouvera dans la pratique des applications des sciences géologiques une amélioration de situation et un accroissement de considération qui ne sont pas à dédaigner, il trouvera aussi toute satisfaction pour les questions de science pure.

En effet, comme nous l'avons dit, les questions d'applications mettent, du coup, aux mains du géologue, des moyens puissants d'investigation, qu'il ne peut presque jamais employer lors de ses recherches scientifiques, ses levés de cartes géologiques, etc.

Le problème local *devant* à tout prix être résolu à fond pour que la solution soit décisive et complète, l'étude du terrain devient d'une rigueur et d'une précision inconnues jusqu'alors. Si la nature ne dévoile pas tous ses secrets, des fouilles, des tranchées, des puits, des forages profonds les lui arrachent, et il est absolument certain qu'après chaque étude de questions d'eau, la science pure s'enrichit d'une quantité de faits précieux, certains, définitifs.

Et quels résultats au bout d'une dizaine d'années d'exercice ! A part le bienfait d'une bonne distribution d'eau accordée aux habitants d'une région, — ce qui n'est, somme toute, qu'un simple corollaire, — voilà cette même région connue dans ses moindres détails ; sol et sous-sol, jusqu'à grande profondeur, ont été disséqués, des roches nouvelles reconnues, des allures hypothétiques rectifiées, des gisements de fossiles découverts; la chronologie, entrevue, devient précise, et tous ces résultats, reportés sur des cartes à grande échelle, fournissent les éléments d'une nouvelle carte géologique d'une valeur inestimable, facilitant alors à son tour, de la masse de ses renseignements positifs, toutes les nouvelles questions d'applications qui se présentent.

Ici, comme en toute chose, ce seront donc les premiers pas qui coûteront le plus d'efforts, et ces efforts seront remboursés au centuple.

J'ai l'espoir que nos excellents confrères français ne m'en voudront pas des recommandations qui précèdent.

En Belgique, nous avons passé par ces diverses phases, et l'expérience que nous avons acquise dans les questions de pratique nous faisait pour ainsi dire un devoir d'exposer la manière dont nous envisageons les choses.

Si l'on réfléchit, du reste, que la plupart de nos confrères français sont ingénieurs des mines, l'examen du côté technique des applications de la géologie ne les effraiera certes pas.

L'important est qu'ils ne se tiennent pas isolés; il est indispensable qu'ils se réunissent, qu'ils se communiquent les résultats de leurs travaux, qu'ils s'instruisent ainsi mutuellement, et bientôt les faits se classeront, les méthodes se préciseront, s'unifieront, et chacun y trouvera son profit.

On reconnaîtra ainsi que notre seul but, en écrivant ces lignes, a été d'inviter nos confrères, engagés officiellement dans de nouvelles fonctions, à tenir toujours plus ferme et plus haut le drapeau de la belle science que nous cultivons.

M. **E. Putzeys**, ingénieur en chef des Travaux publics et du Service des eaux de la ville de Bruxelles, réclame la parole à la suite de la communication de M. *A. Rutot* et s'exprime ainsi :

Notre honorable Président nous a dit l'importance que l'on doit attribuer au rapport de la Commission française, parce qu'il montre que l'on comprend mieux qu'autrefois, chez nos voisins, comment doivent être dirigées les études préliminaires à l'établissement des projets de distribution d'eau, pour arriver à établir ces projets sur une base réellement scientifique.

Je me rends compte de la grande satisfaction que doivent éprouver nos si estimés collègues, MM. Mourlon, Rutot et Van den Broeck, qui se sont attachés, dès la première heure, à faire prévaloir le principe qui triomphe aujourd'hui, et, en ce qui me concerne, je ne puis, malgré la note un peu discordante que je vais faire entendre, être considéré comme suspect, vu la déclaration que je faisais, ici-même, il y a plus de sept ans, en séance du 23 janvier 1894, dans mon exposé « Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq ».

Permettez-moi, Messieurs, de rappeler cette déclaration.

Je disais : « On ne peut qu'applaudir à la décision récemment » prise par le Gouvernement d'ouvrir une enquête sur la question des » eaux en Belgique; je crois qu'elle mettra en lumière certains faits » dont la salubrité générale est appelée à bénéficier, *si des géologues » sont appelés à participer à cette importante étude.*

» Avant d'éveiller, comme on l'a fait, l'enthousiasme du public en » faisant miroiter à ses yeux l'excellence de telle ou telle solution du » problème à résoudre pour Bruxelles, il eût été sage de consulter les » géologues sur la valeur réelle des sources dont on proposait la déri-

» vation, car les désillusions qui se sont produites quant à la quantité,
» se produiront également quant à la qualité.

» La condamnation de certaines sources, survenant alors que
» l'opinion du public se trouve faite, est à méditer.

» Elle prouve une fois de plus que les problèmes ayant pour objet
» le captage d'eaux élaborées en sous-sol sont du domaine de la géolo-
» gie, tout aussi bien que s'il s'agissait de la prise de possession d'un
» minerai enfoui dans les profondeurs du sol.

» Malheureusement, un amour-propre mal placé, parfois aussi une
» trop haute opinion de soi-même, engage les auteurs de projets à ne
» pas s'adresser aux professionnels pour des questions d'ordre spécial.
» C'est là un tort qui serait pardonnable, si, pour la mise à exécution
» des projets, on devait puiser dans sa propre bourse; ce procédé est
» injustifiable lorsque les deniers publics doivent être mis à contri-
» bution.

» La science de l'ingénieur est aujourd'hui trop étendue pour que
» l'on puisse se flatter de la posséder tout entière, quelque effort
» que l'on fasse pour se l'approprier, et chacun dans sa sphère
» doit s'estimer fort heureux lorsqu'il peut s'y tenir au courant
» de l'incessant progrès, sans prétendre tout connaître du domaine de
» son voisin.

» Si, pour l'analyse chimique, pour l'examen bactérioscopique des
» eaux dont on propose la dérivation, on a soin de ne pas s'en rap-
» porter à soi-même et si l'on a recours à des personnes spécialement
» compétentes, pourquoi ne pas en user de même pour déchiffrer les
» problèmes géologiques que soulève l'inspection des terrains fissurés
» comme les calcaires devoniens et carbonifères, où la circulation des
» eaux s'établit d'une tout autre façon que dans les terrains per-
» méables? »

Comme vous le voyez, Messieurs, je suis un convaincu et j'ajoute que non seulement depuis 1894, mais dès la fondation même de la Société, j'ai largement mis à profit la compétence des savants collègues dont je rappelais plus haut les noms, chaque fois que j'ai mis à l'étude un projet de distribution d'eau; je n'insiste pas pour ne pas blesser leur modestie.

Ce préambule était nécessaire parce qu'il me permettra de dire, sans en rien cacher, mon impression au sujet du rapport de la Commission française, que j'ai lu très attentivement.

Cette impression est que le rapport s'étend avec trop de complai-

sance sur ce que je nomme la routine administrative et pas assez sur la pratique des distributions d'eau.

La discussion des règles administratives proposées absorbe la majeure partie du rapport, tandis que les points les plus intéressants pour l'hygiène publique sont traités fort brièvement.

Les bonnes relations de confraternité que nous avons avec nos collègues français sont telles qu'ils ne pourront trouver dans l'exposé du sentiment d'un membre de la Société belge de géologie que l'expression du désir de participer, dans la limite de ses moyens, à la tâche qui leur est désormais dévolue, avec toute la responsabilité qui s'y attache, comme l'a si bien dit notre honorable Président.

Deux questions étaient posées à la Commission :

La première : « Rechercher quelles mesures peuvent être prises pour » abréger les délais dans l'instruction des projets de captage et d'ame- » née des eaux destinées à l'alimentation publique. »

La seconde : « Étudier les moyens les plus propres à assurer la pro- » tection des sources, notamment des sources dites vauclusiennes. »

En ce qui touche à la première question, on doit, à mon sens, regretter la résolution qui consiste à charger du travail géologique, qui doit être placé au seuil de toute instruction, les collaborateurs du Service de la carte, « personnes occupant le plus souvent des situations élevées dans le monde scientifique, notamment la plupart des chaires de géologie dans les facultés des sciences ».

Ce système me paraît fort dangereux.

On ne s'improvise pas géologue-hydrologue; et les raisons qui ont engagé la Commission à déclarer que les examens bactérioscopiques ne doivent pas être confiés à des chefs de laboratoires, à des préparateurs, « savants distingués, mais dont les études n'ont pas été nécessairement spécialisées dans le sens de l'analyse des eaux potables », sont applicables aux géologues; ceux-ci, pas plus que ceux-là, quelle que soit leur science, ne rendront de réels services qu'à la condition d'avoir également spécialisé leurs études.

J'ai la conviction qu'en parlant comme je le fais, je rencontrerai l'approbation de ces savants, et qu'ils ne se sentiront pas plus froissés de mon opinion que je ne le serais moi-même d'apprendre que l'on me nie toute compétence en matière d'exploitation de mines, par exemple, ou en exploitation de chemins de fer...

J'avoue que j'aurais mieux compris que pendant un certain nombre d'années deux ou trois géologues, spécialement versés dans les ques-

tions d'hydrologie, eussent été chargés de l'examen de *tous les projets* déposés pendant cette période, dussent-ils, pour ce faire, se déplacer chaque fois de Paris ou d'un autre centre.

Sans aucun doute la dépense à faire par l'État, de ce chef, serait plus grande, mais quelle sécurité n'offriraient pas les avis d'hommes rompus au métier et quelle école n'arriveraient-ils pas à former?

Quelle que soit la valeur scientifique d'un homme, elle est incomplète aussi longtemps que la pratique n'y est pas jointe; les recherches de mines ou les travaux de cabinet ou encore les sondages de reconnaissance ne ressemblent en rien aux recherches d'eau, et le « doigté » spécial, le « flair » ne s'acquièrent qu'à la longue.

Je crains donc, Messieurs, que cette dispersion des efforts, proposée dans un but d'économie, ne donne pas, même de loin, les résultats qu'en espère la Commission, et s'il est une économie mal entendue, c'est celle que propose la Commission.

En ce qui touche à la seconde question : « Captage des sources vauclusiennes », je me vois dans l'obligation de combattre la théorie émise par l'honorable M. Babinet, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Voici comment s'exprime M. Babinet dans son rapport présenté *au nom de la Commission,* qui dès lors fait sienne l'opinion émise :

« On ne peut songer à interdire absolument l'emploi des eaux » vauclusiennes, car les sources les plus abondantes, indispensables » pour alimenter les grandes agglomérations d'hommes, leur doivent » souvent une partie de leur fort débit. Dans les terrains calcaires, c'est » le cas général. »

Lorsqu'on met cette conclusion en regard de la définition des sources vauclusiennes présentée par l'honorable ingénieur, on a le droit d'être surpris.

Voici cette définition :

« Une source peut être dite *vauclusienne* lorsqu'elle est alimentée » par des écoulements superficiels, même éloignés, à travers des » terrains dont les fissures sont trop larges pour en assurer l'épuration » dans des conditions satisfaisantes. »

Ainsi telle source, ou plus exactement telle pseudo-source, que l'on sait être alimentée par des écoulements superficiels, à travers des terrains incapables d'assurer une épuration parfaite, on pourrait songer à l'utiliser pour l'alimentation!

Je me plais à croire, Messieurs, qu'il n'est pas un ingénieur, ayant

le sentiment de la responsabilité qui pèse sur lui le jour où il est chargé de l'alimentation d'une ville, qui oserait, de propos délibéré, dériver, vers l'agglomération à desservir, une source vauclusienne.

Ce serait là non pas une action blâmable, mais un crime abominable...

La communication directe d'une source avec la surface étant bien prouvée, ajoute M. Babinet, deux palliatifs efficaces peuvent être recommandés :

« 1° Capter, autant que possible, les eaux souterraines au-dessus du » point d'absorption, si ce dernier n'est pas trop éloigné de l'émer- » gence et si le débit d'amont est encore suffisant;

» 2° Combler et boucher les gouffres et bétoires connus, susceptibles » de recevoir des matières contaminées. »

Le premier palliatif indiqué montre une connaissance imparfaite des phénomènes dont les calcaires sont le siège, et pour ne pas citer d'exemples pris en Belgique, parce qu'on pourrait peut-être m'opposer qu'ils ne sont pas applicables à la France, il me suffira d'indiquer l'ouvrage de M. Martel : *Les Abîmes*, pour rappeler que la recherche du cours souterrain d'une source vauclusienne, en amont des bétoires, est presque une impossibilité. Ceci dit en ce qui touche à la France, ce que je sais de nos régions calcaires, qui ont été depuis quinze ans l'objet de recherches ininterrompues de ma part, me permet d'affirmer que la reprise d'une source au delà des bétoires ne comporte pas de solution pratique.

Combler et boucher les bétoires connus, c'est faire un travail de Pénélope, à conseiller peut-être, faute de mieux, en certaines circonstances, pour utiliser *dans un but industriel ou agricole* des eaux superficielles qui s'y engouffrent et qui seraient perdues sans cela, mais à déconseiller formellement en matière de distribution d'eau, parce que cette opération ne suffirait pas pour enlever tout doute sur la valeur réelle de la source à capter.

Je répète, Messieurs, que les pouvoirs publics n'ont pas le droit de projeter la distribution d'une eau alimentaire *si elle ne donne pas toute garantie de pureté*, que le *doute* n'est pas permis en pareille matière, que *les certitudes les plus formelles* doivent être acquises et qu'il importe en outre, l'eau étant reconnue irréprochable comme provenance, de surveiller attentivement et d'une façon incessante, l'envoi vers les agglomérations de cette eau qui y apportera la santé si elle est pure, la mort si elle est l'objet d'une contamination.

Conserver à l'eau sa pureté originelle depuis la source jusqu'au robinet du consommateur, n'est pas chose aisée quand les dérivations atteignent de grandes longueurs. Que deviendrait le problème si, à cette pureté originelle, devait faire place une provenance douteuse?

Pendant de longues années, la quiétude la plus parfaite aura régné; un jour viendra, fatalement, où l'affolement fera place à cette tranquillité.

Si j'ai cru, Messieurs, devoir vous signaler le danger de certaines des conclusions adoptées par la Commission française, c'est parce que j'ai la crainte de voir le texte soumis à la législature française, proposé comme exemple pour la Belgique.

En Belgique, aucune législation de l'espèce n'existe, mais nous savons, et notre honorable Président l'a rappelé tantôt, il est peu de distributions que l'on établisse sans le concours de géologues compétents; aussi, j'estime infiniment préférable notre situation avec sa lacune que la situation que représenterait l'adoption des conclusions de la Commission française.

Il est à craindre que s'en rapportant au texte dont je viens de vous lire les passages les plus saillants au point de vue de l'ingénieur, les personnes qui s'occupent de distributions d'eau s'imaginent que la théorie relative aux sources vauclusiennes, étant plus récente, est meilleure que la nôtre, en opposition complète avec celle de M. l'ingénieur Babinet.

C'est ce que j'ai voulu éviter.

M. *Delecourt-Wincqz* abonde dans le sens de M. Putzeys. La loi devrait non seulement réglementer, mais assurer l'observation des règlements par des clauses pénales, pour qu'il y ait une responsabilité effective.

M. *Van den Broeck* propose de transmettre, à titre d'information, à la Société géologique de France, les observations faites.

M. *Kemna* trouve du bon et du mauvais dans la nouvelle réglementation française. Les idées théoriques simples ont fait beaucoup de mal, en réclamant une perfection idéale inaccessible et en repoussant des améliorations ne cadrant pas avec ces idées, mais parfaitement réalisables et pratiquement suffisantes; pour ne vouloir que des eaux de source, on se trouve dans l'obligation d'en accepter de qualité douteuse, comme les réapparitions de l'Avre. Se basant sur des analyses

faites par lui en 1887, l'orateur avait signalé le danger de ces eaux, et les événements subséquents à Paris ont montré que malheureusement il avait été bon prophète. Les hygiénistes intransigeants veulent de l'eau stérile; l'ingénieur, ne pouvant prendre au sérieux de pareilles exagérations, fait à sa guise. L'intervention des géologues est de nature à ramener tout le monde à une plus saine appréciation des choses et peut donc être un bien.

En Angleterre, en Allemagne, en Hollande et en Belgique, la plupart de ces questions ont été résolues depuis longtemps, et l'on peut citer en exemple la distribution de la ville de Bruxelles comme eau de drainage, Anvers comme eau de rivière polluée, efficacement filtrée.

M. *Delecourt-Wincqz* demande à l'orateur précédent si, les résultats du filtrage au sable étant tels qu'on le prétend, la solution du problème de l'alimentation des grandes agglomérations ne va pas être beaucoup simplifiée; puisqu'on peut employer la rivière qui coule à proximité, il n'y a plus lieu de chercher à capter des sources.

M. *Kemna* répond que si l'on trouve de l'eau naturellement pure, il faut la prendre. Nul ne filtre pour son plaisir. Mais imposer *perfas et nefas* d'avoir à amener des sources est l'application absurde d'un bon principe. Condamner, comme on l'a fait en France, le filtrage au sable, parce que sur plusieurs milliers de microbes il en passe quatre, c'est évidemment de l'exagération. Si, pour Paris, au lieu de dépenser les millions par dizaines pour amener des sources suspectes, on avait filtré l'eau de la Seine, qui s'y prête fort bien, on serait aujourd'hui dans une situation hygiénique autrement satisfaisante.

M. le Dr *Jacques* s'élève, au nom de l'hygiène, contre les idées qui viennent d'être exprimées. On est parfois allé jusqu'à dénier toute signification à un bacille nocif, comme le *coli* dans l'eau. Le danger de pareilles affirmations n'est que trop apparent, quand on voit, dans l'intérêt de certaines exploitations, ces théories hasardées être répandues dans le public à des milliers d'exemplaires.

M. *Putzeys* rappelle que le bacille *coli* est constant dans le tube digestif, dans l'air respiré, sur tous les objets avec lesquels nous venons en contact; cette ubiquité est incompatible avec la nocivité qu'on lui attribue. On peut raisonnablement, et encore jusqu'à un certain point,

demander à une eau captée en sous-sol d'être stérile; mais il est absolument exagéré, parce que matériellement impossible, de maintenir cette stérilité jusqu'au robinet du consommateur.

M. *Jacques* signale les modifications dans la virulence du *coli* d'après les milieux, comme justifiant les exigences des hygiénistes par rapport à ce microbe, qui ne peut pas se trouver dans une bonne eau potable.

M. *Kemna* est l'auteur d'un article sur cette question, article qui a, en effet, à son insu, été répandu à de nombreux exemplaires. On peut ne pas partager l'opinion que le *coli* n'a aucune signification hygiénique; mais c'est un savant comme Duclaux qui soutient cette thèse, et ce nom seul commande une attention déférente. De même, on est revenu en Allemagne de la peur irraisonnée des microbes dans l'eau; le règlement primitif pour le filtrage excluait de la consommation toutes les eaux qui contenaient plus de 100 microbes par centimètre cube. Devant les réclamations des ingénieurs, l'Office impérial d'hygiène a transformé la clause restrictive en un simple vœu, et c'est un hygiéniste comme Koch qui a pris la responsabilité de cette mesure. L'état sanitaire des villes alimentées ainsi, justifie à tous les points de vue cette tolérance.

LE NOUVEAU PUITS ARTÉSIEN

DE

L'ARSENAL DE MALINES

PAR

A. RUTOT

Depuis longtemps, je n'ai plus rien publié sur les puits artésiens creusés en Belgique.

Bien que des quantités de ces puits soient annuellement creusés dans notre pays, ces travaux sont menés avec une telle insouciance, un tel mépris des progrès de la science, qu'il est désormais plutôt préférable de ne pas s'embarrasser des bribes de renseignements qui nous parviennent, le plus souvent par hasard, que de risquer d'introduire dans la science des notions presque toujours complètement erronées.

Dans ces derniers temps, le hasard — toujours — m'a mis à même de contrôler l'une ou l'autre partie de coupes de puits que j'avais publiées d'après quelques notes de sondeur accompagnées de quelques misérables échantillons sans caractères ou sans échantillons du tout, — l'un vaut l'autre, — et presque chaque fois j'ai reconnu que je m'étais plus ou moins grossièrement trompé au sujet de la détermination des couches rencontrées dans les sondages.

Outre que la plupart des sondeurs notent les limons comme argile, les sables plus ou moins argileux sous les dénominations les plus inexactes, appellent « pierres dures » des sables légèrement agglutinés, « marnes » des couches ne renfermant pas un atome de calcaire, « gravier » à peu près tout ce qui n'en est pas, alors que les véritables sont passés sous silence, les échantillons eux-mêmes sont souvent sans valeur, mal pris, mélangés ou intervertis; le tout malgré les demandes les plus pressantes, les instructions les plus précises.

En présence d'une telle situation, qui semble être momentanément sans remède, il vaut mieux abandonner la partie et remettre la publication des faits intéressant le sous-sol à des temps meilleurs.

Si je parle ici du puits artésien récemment creusé à l'arsenal des chemins de fer de l'État à Malines, c'est pour ajouter encore un exemple à ceux que je pourrais citer et pour mettre en parallèle la quantité de faits précieux et inconnus que l'étude du sondage aurait révélée et le lamentable néant constaté à la suite de la persistance que l'on met à employer, ce que j'appellerai avec indulgence : « la méthode ordinaire ».

L'arsenal de Malines manque d'eau potable pour ses milliers d'ouvriers; sans consulter au préalable la moindre personne compétente qui aurait pu donner d'excellents avis ou de précieux conseils, on a décidé de forer un puits artésien et, au petit bonheur, on a creusé un trou, et ce trou a été continué jusque $228^{m},60$.

Notons que la science ne savait presque rien de ce qui se passe dans le sous-sol de Malines et que le creusement du nouveau puits constituait *une occasion unique* de connaître enfin la vérité relative à ce sous-sol, sur lequel des hypothèses avaient été formulées en vue de l'exploitation de l'eau supposée exister dans les fissures de la craie, que l'on croyait devoir être très épaisse dans ces parages.

Il y a très longtemps, avant 1879, notre confrère, M. le baron van Ertborn, a creusé un premier puits à la brasserie de la Dyle, à Malines.

Malheureusement, les échantillons des 52 premiers mètres ont été

perdus avant d'avoir pu être étudiés, d'où il suit qu'on ne sait que très approximativement ce qui existe entre le Quaternaire et l'Ypresien.

Il est probable que la coupe est la suivante :

Sable flandrien			9m,00
ÉTAGE ASSCHIEN	Sable fin	9m,00	31m,00
	Argile sableuse	10m,00	
	Argile	10m,00	
	Sable glauconifère	2m,00	
ÉTAGE LEDIEN	Sable avec rognons de grès	9m,00	12m,00
	Couche pierreuse	3m,00	
ÉTAGE LAEKENIEN ?	Gros sable blanc avec gravier à la base, renfermant les Fossiles caractéristiques de la base du Laekenien		5m,00
ÉTAGE PANISELIEN ??	Argile grise, plastique		5m,00
ÉTAGE YPRESIEN	Sable avec lits d'argile, avec un banc de *Nummulites planulata* à 86 mètres de profondeur et argile vers le bas		68m,00
		TOTAL	130m,00

De l'eau a été trouvée, en quantité insuffisante, dans le sable glauconifère de la base de l'Asschien, entre 38 et 40 mètres; il en est venu plus abondamment dans l'Ypresien, entre 89m,50 et 90 mètres.

L'analyse de cette eau, bien que n'ayant pas révélé la présence du carbonate de soude, a démontré l'existence d'un demi-gramme de chlorure de sodium au litre, plus des traces de sulfates, etc., indiquant déjà un commencement de minéralisation très sérieux.

Le second puits artésien creusé à Malines a été foré, par un de nos anciens confrères, à la brasserie Van Diepenbeek. Aucun échantillon n'a été recueilli.

Le carnet du sondeur porte :

1. Sable boulant, puis sable argileux	21m,00
2. Argile sableuse verdâtre	11,00
3. Argile bleue, dure	7,00
4. Argile sableuse glauconifère	13,00
5. Pierre dure	0,35
6. Sable argileux	1,00
7. Pierre dure	0,20
8. Argile grasse	3,00
9. Pierre dure	0,25
10. Argile sableuse	0,20
11. Sable fin, devenant plus gros à la base	0,80

Le n° 1 est sensiblement trop épais pour représenter le Flandrien. D'après ce qui se passe au sud de Malines, on peut espérer s'approcher de la vérité en attribuant environ 10 à 12 mètres au Flandrien et environ 11 à 9 mètres au sable Asschien (*Asd*).

Les n°s 2, 3 et 4 représentent bien la composition normale des deux tiers inférieurs de l'Asschien : argile sableuse vers le haut; argile plastique au milieu (*Asc*); argile sableuse à la base (*Asb*).

Toutefois, il y a encore là des obscurités, car l'ensemble des trois derniers termes, comprenant déjà 31 mètres d'épaisseur, si l'on y ajoute les 10 mètres de sable *Asd*, on arrive à l'épaisseur de 41 mètres pour l'Asschien; ce qui me semble exagéré.

Il y a certes de la place pour l'introduction d'un peu de Rupelien, par exemple.

Les alternances de pierres dures et de « sable argileux, d'argile grasse et d'argile sableuse » indiquées sous les n°s 5 à 11, nous jettent dans la plus grande perplexité.

C'est probablement du Ledien qu'il s'agit. Mais qui pourrait le reconnaître sous ce travestissement ultra-argileux?

Le puits s'est arrêté à 60^{m},80, où un niveau d'eau s'est montré.

Sans aucune espèce de certitude, on peut donc émettre la supposition que la coupe du puits de la brasserie Van Diepenbeek est la suivante :

Sable quaternaire flandrien.			11^{m},00
ÉTAGE ASSCHIEN. . . .	Sable argileux	10^{m},00	41^{m},00
	Argile sableuse verdâtre	11^{m},00	
	Argile bleue, dure	7^{m},00	
	Argile sableuse, glauconifère. . .	13^{m},00	
ÉTAGE LEDIEN ?	Alternances de sable plus ou moins argileux et de grès.		8^{m},80
		TOTAL . . .	60^{m},80

Le seul résultat certain obtenu, grâce à ce sondage, a été un procès entre le sondeur et son client.

C'est probablement dans l'ignorance de ces données que le creusement du puits de l'arsenal de Malines a été décidé.

Le puits a été commencé au diamètre de 10 centimètres! Ensuite on a descendu une « buse » de *huit* centimètres, pour finir par une de *cinq*.

Par un hasard dont j'ai perdu le souvenir, j'ai reçu, en 1899, un petit paquet d'échantillons provenant du puits, alors qu'il avait atteint la profondeur de 180 mètres; en même temps, je recevais la copie du carnet du sondeur.

Le premier résultat auquel j'arrivai en déballant les échantillons fut de me convaincre que le puits devait être foré au système dit « à pression d'eau »; tous les échantillons avaient l'aspect « lavé » caractéristique, et les traversées d'argile dite « plastique » étaient représentées uniformément par une sorte de résidu sableux fin, hétérogène, aussi insignifiant que possible.

Enfin, surtout pour ce qui concernait la moitié supérieure du sondage, les profondeurs inscrites sur les sacs d'échantillons ne correspondaient en rien aux notes du carnet; un seul échantillon de sable à aspect quelconque était sensé représenter une dizaine de couches marquées : pierres dures, sable argileux, argile, gravier, etc.

En présence de cette magnifique série de documents, je me suis empressé de réintégrer les précieux échantillons dans leurs sachets respectifs, de les bien envelopper, afin qu'ils puissent jouir d'un repos trop mérité. Il est probable que ce repos eût été éternel si, récemment, je n'avais reçu par la poste trois minuscules échantillons, sans aucune indication, mais dont la composition me frappa : l'un était de la limonite; le second montrait des traces de sulfure (pyrite); le troisième était constitué par de la chalkopyrite presque pure.

En l'absence de tout renseignement, je reléguai les échantillons dans le casier aux oublis, lorsqu'une huitaine de jours après l'envoi, je reçus une lettre m'informant que les échantillons provenaient du puits de l'arsenal de Malines et qu'ils avaient été extraits entre 228 et 228^{m},60 de profondeur. En même temps, la lettre donnait copie des terrains traversés entre 180 et 228 mètres, sans, du reste, qu'un seul échantillon à l'appui fût fourni.

En présence de ces données complémentaires et vu l'énorme intérêt qu'il y a, pour la science, de savoir ce qui se passe dans le sous-sol de Malines, j'ai repris l'ensemble des données acquises afin de voir si, grâce à quelques points de repère, il n'y aurait pas possibilité de pouvoir se faire une idée approximative des couches de terrain qui ont été percées.

C'est le maigre résultat de ce nouvel examen que j'exposerai ci-après.

Je suis d'avis qu'il est impossible de tirer aucun parti des renseignements écrits ou en nature fournis pour les 48,70 premiers mètres.

Le carnet signale :

0-4^{m},90, sable et pierres;
4^{m},90-16^{m},30, sable jaune, gris, vert et brun.

Les 4,90 premiers mètres sont sans doute du simple remblai.

De 4^{m},90 à 16^{m},30, il y a probablement du sable flandrien, plus des

sables indéterminables, les échantillons correspondants étant compris entre des profondeurs tout à fait différentes de celles indiquées au carnet et étant représentés par des sables lavés et dépourvus de tout caractère.

De 16^{m},50 à 34 mètres, le carnet signale des alternances de pierres vertes — dont l'épaisseur du premier banc ne serait pas moins de 8 mètres ! — et de sable gris ou vert.

Donc jusque 34 mètres, pas de traces d'argile asschienne, contrairement aux sondages précédents; alors que dès 16^{m},50 il y aurait présence de grès (lediens??) à un niveau beaucoup trop élevé; mais de 34 à 40 mètres, il y a indication d'argiles grise et blanche.

De 40 à 41 mètres, il est indiqué : *pierre, gravier*. Serait-ce la base de l'Asschien ou du Ledien?

Je n'en sais rien; le carnet continue une longue énumération de pierres : brunes, grises, alternant avec des sables blanchâtres, les bancs de pierre n'ayant pas plus de 1 mètre d'épaisseur. On va ainsi jusque 50 mètres; de 50 à 51 mètres est renseigné : « sable avec gravier ». Enfin, se dit-on, voici bien la base du Ledien; mais le carnet continue imperturbablement la série de sables et de pierres jusque 58 mètres, où vient, de 58 à 63 mètres, du « sable avec gravier ».

Est-ce la base du Laekenien qui, dans le sondage de la brasserie de la Dyle, avait été rencontrée à 57 mètres de profondeur?

Mais, nous disions-nous, les échantillons vont éclaircir tout cela.

Or, nous avons vu qu'il n'y a absolument rien à tirer des échantillons compris entre la surface du sol et 48^{m},70.

De 48^{m},70 à 49^{m},50, vers le bas de ce que, d'après le carnet, on pourrait considérer comme Ledien, nous constatons, parmi les échantillons, la présence d'un sable vert, glauconifère, très fin, micacé, dont la ressemblance avec le sable fin ypresien *Yd* est complète.

Voilà donc brutalement renversées toutes les belles hypothèses.

Sous 63 mètres, le carnet indique 7 mètres d'argile bleue, qui semble assez bien correspondre à la couche d'argile gris foncé (à l'état sec), épaisse de 5 mètres, rencontrée à la brasserie de la Dyle et déterminée, avec plus de doute que de vraisemblance, comme paniselienne.

D'après le carnet, entre 58 mètres et 122^{m},50, il n'est plus signalé de « pierres », rien que des sables fins et des argiles plus ou moins sableuses.

Pour ce qui concerne les échantillons, c'est tout autre chose.

Entre 49^{m},50 et 88^{m},55, nous nous trouvons dans une sorte de gâchis où se heurtent des argiles compactes et pures, gris verdâtre comme l'argile asschienne *Asc*, et des bancs de gros grains de glauconie,

meubles, ressemblant absolument à la *bande noire,* base de l'Asschien.

De 88^{m},35 à 92 mètres, il y a encore du sable gris verdâtre, glauconifère, très fin, velouté au toucher, micacé, tout à fait semblable à celui signalé entre 48^{m},70 et 49^{m},50 et dont on ne peut faire que du sable ypresien.

Entre 92 et 97 mètres vient encore une couche représentée, dans la série d'échantillons, par un amas de gros grains de glauconie, donnant encore l'impression de la *bande noire,* base de l'Asschien; puis, de suite au-dessous, de 97 mètres à 97^{m},50, vient, enfin (!), un point de repère sur lequel il y a peut-être lieu de s'appuyer.

C'est un amas pur et meuble de *Nummulites planulata* de taille moyenne, mêlées à beaucoup de débris de *Pecten corneus* var. *laudunensis,* à de rares fragments de *Ditrupa* et à d'assez nombreux gros grains de quartz.

Il semble qu'ici nous soyons définitivement dans l'Ypresien, et rappelons qu'un banc à *Nummulites* semblable a été rencontré, à la brasserie de la Dyle, entre 86 et 90 mètres.

Il serait donc, à l'Arsenal, à 7^{m},50 plus bas.

De 97^{m},50 à 100 mètres, encore sable *Yd* bien caractérisé.

De 100 à 103 mètres, argile grise plastique ypresienne.

De 103 à 115 mètres, sable très fin, micacé, facies *Yd.*

De 115 à 116 mètres, argile (pas d'échantillon).

De 116 mètres à 121^{m},50, nouvelle couche fossilifère, dont l'échantillon est représenté par une infinité de menus débris de Fossiles indéterminables, parmi lesquels on remarque d'assez nombreux fragments de *Nummulites planulata.*

De 121^{m},50 à 122^{m},50, pierre dure? (Septaria?); pas d'échantillon.

De 122^{m},50 à 123^{m},65, argile grise, sableuse.

De 123^{m},65 à 130 mètres, sable fin; bon facies *Yd.*

De 130 mètres à 149^{m},50, le carnet indique de l'argile dure avec des lits sableux plus au moins épais.

De 149^{m},50 à 153 mètres, sable fin; bon facies *Yd.*

De 153 mètres à 162^{m},10, alternance de sable et d'argile.

De 162^{m},10 à 167 mètres, argile grise, schistoïde, finement sableuse.

De 167 mètres à 171^{m},50, argile grise très dure.

De 171^{m},50 à 178^{m},50, le carnet indique : *Sable avec pierre bleue.* L'échantillon montre des grumeaux de pyrite pure, broyée, signalant la présence de concrétions caverneuses de pyrite, comme il s'en trouve assez souvent vers le bas de l'Ypresien.

De 178^{m},50 à 180 mètres, le carnet indique de l'argile bleue.

A partir de 180 mètres, les échantillons cessent complètement, et il faut s'en rapporter uniquement aux notes du sondeur.

Voici ce que nous y trouvons :

180 mètres à 181^{m},50, sable gris;
181^{m},50-183^{m},50, argile bleue, dure;
183^{m},50-193^{m},65, sable vert, dur;
193^{m},65-195, sable argileux, dur;
195-201, argile grise, dure;
201-204^{m},70, sable dur;
204^{m},70-206, argile verdâtre avec traces de pierres;
206-206^{m},60, pierre gris bleuâtre;
206^{m},60-214^{m},60, argile grise avec traces de pierres;
214^{m},60-215, pierre grise;
215-215^{m},10, argile dure;
215^{m},10-215^{m},50, pierre tendre;
215^{m},50-216, argile grise, dure;
216-217, pierre grisâtre, dure;
217-217^{m},40, argile grise;
217^{m},40-218^{m},40, pierre grise;
218^{m},40-220, argile;
220-224^{m},50, craie;
224^{m},50-228^{m},10, argile bleue.

C'est sous cette argile bleue que viennent les trois échantillons :

228^{m},10-228^{m},40, limonite;
228^{m},40-228^{m},60, limonite et pyrites altérées;
228^{m},60- chalkopyrite et pyrite massives.

Si nous jugeons d'après les apparences, il faudrait ranger dans l'Ypresien tout ce qui est compris entre 180 et 201 mètres; on considérerait alors le sable signalé entre 201 mètres et 204^{m},70 comme le terme supérieur du Landenien marin (L 1 *d*). Dès lors, les alternances d'argile et de pierres comprises entre 204^{m},70 et 220 mètres constitueraient le Landenien inférieur (L1*c* et L1*b*). Aucun gravier n'est signalé à la base du Landenien.

La roche traversée de 220 à 224^{m},50 est déterminée par le sondeur comme « craie »; on n'a même pas dit : craie blanche, ce qui serait encore une assurance relative.

Admettons donc, avec toutes les réserves nécessaires, qu'il soit bien question de la craie blanche sénonienne.

Quant à l'argile renseignée entre 224m,50 et 228m,10, c'est, jusqu'à preuve du contraire, le sommet altéré du Primaire.

Ce Primaire renferme sans doute des filons de sulfures métalliques dont la partie supérieure, altérée, constitue le « chapeau de fer » bien connu.

Si nous rassemblons ce que nous avons appris, nous en arrivons au triste résultat suivant :

Étage ypresien	?	0	74m,30
	Alternances de sable fin et d'argile avec lits à *Nummulites planulata* de 97 mètres à 97m,50 et de 116 mètres à 121m,50. .	74m,30	201m,00
Étage landenien	Sable *L1d?*	201m,00	204m,70
	Argile avec lits de psammites (*L1c*, *L1d*).	204m,70	220m,00
Craie sénonienne?	. . . .	220m,00	224m,50
Terrain primaire	Argile bleue.	224m,50	228m,10
	Pyrites	228m,10	228m,60

Si l'on en croit le carnet du sondeur, la craie blanche, que l'on croyait devoir être très épaisse sous Malines, n'a que 4m,50 d'épaisseur.

Sous Vilvorde, la craie a environ 30 mètres d'épaisseur, de sorte qu'au lieu d'aller toujours en s'épaississant vers le nord, elle diminue de puissance pour s'éteindre rapidement au nord de Malines.

Il devient ainsi éminemment probable que, contrairement à ce que l'on prévoyait, il n'existe pas de craie sous Anvers.

Pour ce qui concerne l'eau, notre confrère M. Slaghmuylder, ingénieur principal des voies et travaux, a bien voulu nous fournir les renseignements suivants :

La première venue d'eau signalée (1) a été rencontrée à la profondeur de 121m,50, donc immédiatement sous la deuxième couche fossilifère de l'Ypresien, constituant un niveau dur, non boulant.

Cette eau, que l'on pouvait pomper en « quantité suffisante », fut analysée; elle donna par litre :

Degré hydrotimétrique . . .	3°
Matières organiques	0gr,0384
Carbonate de soude	0gr,320

(1) Il est de toute évidence que quantité de couches aquifères pouvant fournir l'eau potable désirée ont été rencontrées bien au-dessus de cette profondeur; mais elles ont été dédaignées parce que les sondeurs ne recueillent pas les eaux des sables aquifères par crainte d'ensablement; toutefois, il existe actuellement des systèmes de puits filtrants qui permettent ce captage.

Vu la teneur en carbonate de soude, il fut jugé que cette eau était à déconseiller pour l'alimentation.

On se décida à creuser plus profondément; à 142 mètres, un sable vert fournit une venue d'eau fortement chargée d'oxyde de fer et qu'on ne put obtenir claire.

A 180 mètres, nouvelle venue d'eau jaillissante, qui s'élève jusque $11^m,20$ au-dessus du sol, avec un débit constant d'environ 50 litres par minute.

Après repos, l'eau fut analysée; elle donna :

Degré hydrotimétrique . . .	4°
Matières organiques	$0^{gr},0412$
Aspect trouble.	

Cette eau fut donc jugée convenable au point de vue hygiénique, mais les tuyaux de plomb devaient être écartés pour les conduites.

Les travaux ayant été interrompus, des éboulements souterrains se produisirent et l'eau devint constamment trouble et chargée de sable.

Après repos, une nouvelle analyse fut faite et cette fois les résultats furent les suivants :

Degré hydrotimétrique . . .	1°,5
Matières organiques	$0^{gr},0137$
Carbonate de soude	$0^{gr},244$
Aspect fort trouble.	

En raison de la quantité de carbonate de soude, l'eau, qui était primitivement potable, ne l'était plus.

Après repos, la même eau, analysée dans un laboratoire particulier, change encore une fois de nature :

Degré hydrotimétrique . . . 2°,5
Réaction légèrement alcaline.
Présence d'ammoniaque.
— de magnésie.
— de sulfate.
Assez bien de carbonate.
Beaucoup de chlorure.
Présence de matières organiques.

L'eau fut de nouveau condamnée comme non potable.

C'est pour cette raison que l'on a approfondi le puits.

Dans la fissure du Primaire tapissée de sulfures métalliques, de l'eau jaillissante a encore été rencontrée, mais son goût était ferrugineux.

Et voilà comment à 228^{m},60 on n'a pas encore rencontré d'eau potable, alors qu'il est hautement probable qu'il en existe de très bonne, en abondance, à faible profondeur.

T. C. MOULAN. — Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux.

L'assemblée vote l'impression aux *Mémoires* d'une étude de M. Moulan faisant connaître les ressources que l'on peut retirer, comme drainage en eaux alimentaires, des roches quartzo-schisteuses (notamment des grès et des psammites) du *Devonien inférieur* et du *Devonien supérieur*, terrains sur lesquels l'attention des chercheurs ne paraît pas s'être portée suffisamment jusqu'ici, surtout dans la région ardennaise, où manquent souvent les calcaires aquifères, en même temps que les dépôts meubles recouvrants.

M. Moulan énumère les diverses localités pour lesquelles il a établi ou proposé, avec de réelles chances de succès, des dispositifs de drainage alimentaire dans ces terrains. Il indique la meilleure disposition à donner aux galeries filtrantes et les moyens de maintenir les réserves aquifères dans de bonnes conditions d'utilisation constante.

Il s'étend spécialement sur les cas particulièrement réussis de Binche dans le Hainaut et de Jeumont dans le Nord, où il a établi, à la grande satisfaction des populations, des galeries dans des massifs aquifères intéressant exclusivement le terrain quartzo-schisteux devonien, où l'on ne croyait naguère pouvoir obtenir que des eaux temporaires et des réserves vites anéanties.

Les eaux de ces terrains présentent assurément certains inconvénients, surtout à cause de la décomposition des pyrites que ces roches renferment parfois en abondance. Mais M. Moulan indique les moyens, très simples, d'obvier à ces inconvénients ou plutôt d'en empêcher la production, qui ne peut plus s'opérer lorsque les galeries sont disposées, à l'aide de serrements, de manière à être *noyées* dans la venue d'eaux qu'elles amènent.

Il résulte de cet exposé, bien documenté, qu'il existe en Belgique dans les massifs non calcaires du Devonien inférieur et du Devonien supérieur, soit dans le quartzo-schisteux de l'Ardenne, des réserves d'eaux alimentaires encore trop peu étudiées et trop rarement utilisées jusqu'ici.

Le grade d'ingénieur-géologue à Liége. Lettre de M. *Forir* à M. *Van den Broeck* (23 février 1901).

M. *Lohest* me charge, en réponse à votre demande, de vous transmettre les renseignements suivants, relatifs au grade d'INGÉNIEUR-GÉOLOGUE créé à la Faculté des sciences de l'Université de Liége.

Vous trouverez ci-inclus le programme des cours. Le diplôme ne peut être accordé qu'à des ingénieurs des mines après une année complémentaire d'études et de travaux pratiques. C'est sur ces derniers que j'attire spécialement votre attention, car ils constituent la seule innovation apportée aux anciens programmes. Tous les autres cours existaient au programme du doctorat en sciences minérales.

Les élèves doivent, pendant quinze jours, en ce qui concerne la géologie, faire un levé détaillé à grande échelle : le 20 000e au moins, d'une région choisie par eux.

Sept élèves sont inscrits actuellement : ce sont MM. U..., qui fera du levé dans le Limbourg hollandais; F..., dans le Condroz; B..., à Dinant; V..., à Engis; R..., à Verviers; D... (à déterminer) et A... (élève libre, qui ne peut prendre de diplôme).

Les travaux de levé se font sous la surveillance de M. Lohest et de moi-même.

Les travaux pratiques comportent, en outre, un mémoire sur une question de géologie pure ou appliquée ou un rapport géologique sur une entreprise minière belge ou étrangère existante ou à créer.

Comme vous le voyez, le résultat pour la première année est remarquable et montre bien que la création du diplôme répond à un besoin réel. Plusieurs élèves sont déjà inscrits pour l'an prochain.

Le caractère des études est qu'elles ne conduisent pas du tout à un *doctorat scientifique*, mais à un diplôme *pratique*, bien caractérisé par le titre d'*ingénieur-géologue*.

Grade scientifique d'ingénieur-géologue.

Études complémentaires pour les ingénieurs des mines qui aspirent au diplôme d'ingénieur-géologue.

	Premier semestre.	Deuxième semestre.
Géologie et géographie physique, M. *Lohest*, prof. extraordinaire.	Lundi, mercr., vendr., 10 $^1/_4$ à 11 $^1/_2$ h.; mardi, 3 $^1/_2$ à 4 $^1/_2$ h.	
Géologie appliquée et hydrologie, M. *Lohest*, prof. extraordinaire.	Samedi, 9 à 10 h. . . .	Samedi, 9 à 10 h.
Paléontologie animale, *J. Fraipont*, prof. ordinaire.	. . . .	Mardi, 10 à 11 h.; jeudi, vendr., 9 $^1/_2$ à 10 $^1/_2$ h.
Paléontologie végétale, *A. Gilkinet*, prof. ordinaire.	. . . .	Mercredi, 9 à 10 h.
Travaux pratiques de géologie, M. *Lohest*, prof. extraordinaire.	Le laboratoire est ouvert tous les jours.	Le laboratoire est ouvert tous les jours. Quinze jours d'excursion.
Travaux pratiques de pétrographie, *G. Cesàro*, prof. ordinaire.	. . . .	Une après-midi par semaine.
Travaux pratiques de paléontologie, *Gilkinet* et *J. Fraipont*, prof. ordinaires.	Une après-midi par semaine.	Une après-midi par semaine.

Nous reproduisons aux pages ci-après le texte de l'arrêté royal réglant l'institution du grade et du diplôme scientifique d'ingénieur-géologue à l'Université de Liége.

La séance est levée à 10 $^3/_4$ heures.

(Exrait du MONITEUR BELGE du 8 septembre 1900, n° 251.)

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR & ET DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

ADMINISTRATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DES SCIENCES ET DES LETTRES.

Université de Liége. – Faculté des sciences. — Institution d'un grade et d'un diplôme scientifiques d'ingénieur-géologue.

LÉOPOLD II, Roi des Belges,
A tous présents et à venir, SALUT.

« Vu l'article 6 de la loi du 15 juillet 1849, organique de l'enseignement supérieur donné aux frais de l'Etat, article portant que « les » universités pourront conférer des diplômes scientifiques en observant » les conditions qui seront prescrites par les règlements. Ces diplômes » ne conféreront aucun droit en Belgique » ;

» Vu Notre arrêté du 29 juillet 1869, réglant d'une manière générale la collation des diplômes scientifiques et honorifiques par les universités de l'État;

» Considérant qu'il est opportun d'organiser, dans la Faculté des sciences de l'Université de Liége, un enseignement spécial pour les ingénieurs qui voudraient compléter leurs études géologiques ;

» Vu l'avis de la Faculté susdite;

» Sur la proposition de Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique,

» Nous avons arrêté et arrêtons :

» ARTICLE PREMIER. — Sont institués, dans la Faculté des sciences de l'Université de Liége, le grade et le diplôme scientifiques d'ingénieur-géologue.

» Il est procédé aux examens pour la collation de ce grade et la délivrance de ce diplôme, conformément aux prescriptions des articles 6 à 12 inclus de Notre arrêté prérappelé du 29 juillet 1869.

» Art. 2. — Les ingénieurs honoraires des mines, les ingénieurs civils des mines porteurs d'un diplôme entériné ou du diplôme de capacité mentionné à l'article 8 de l'arrêté ministériel du 31 mai 1888, les ingénieurs des arts et manufactures (régime antérieur à l'arrêté ministériel du 10 octobre 1893), ainsi que les ingénieurs des mines étrangers peuvent obtenir le diplôme d'ingénieur-géologue après une année au moins d'études complémentaires et une épreuve subie avec succès sur les matières suivantes :

» 1° La géologie et la géographie physique;

» 2° La géologie appliquée et l'hydrologie;

» 3° La paléontologie animale et végétale;

» 4° Une épreuve pratique en pétrographie.

» Les récipiendaires doivent, en outre, présenter un mémoire original sur une question de géologie pure ou appliquée ou d'hydrologie.

» Les rapports sur des mines ou des régions minières de la Belgique ou de l'étranger, dans lesquels les questions de géologie ou de gisements sont spécialement traitées, sont assimilés aux mémoires prévus par le paragraphe précédent.

» Art. 3. — Les mémoires ou rapports doivent être transmis au jury quinze jours au moins avant la date fixée pour l'examen.

» Les récipiendaires peuvent être interrogés sur les sujets traités dans ces mémoires ou rapports.

» Art. 4. — Les frais d'inscription générale aux cours, aux laboratoires et à l'examen sont les mêmes que pour le doctorat en sciences naturelles.

» Art. 5. — Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique est chargé de l'exécution du présent arrêté. »

Donné à Ostende, le 24 août 1900.
LÉOPOLD.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique,

J. de Trooz.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

ALB. PENCK. — **Les périodes glaciaires de l'Australie.** (*Zeitschr. d. Gesellschaft f. Erdk.* Berlin, Bd XXXV, n° 4, 1900.)

La première période glaciaire de l'Australie et de la Tasmanie remonte aux temps permo-carbonifères; la seconde date des temps géologiques récents.

Période permo-carbonifère. — C'est surtout dans le sud-est du continent australien que l'on a constaté les indices glaciaires : à Hallets Cove, près d'Adelaïde, à Bacchus Marsh, dans la colonie de Victoria et à Wild Duck Creek, près de Melbourne. La formation glaciaire est constituée par le *Mudstone* des géologues australiens, et que Penck compare au *Geröll Thonschiefer* (argile schisteuse avec blocs roulés) de E. Kalkowsky. Ces schistes sont rouges et manifestement stratifiés; ils alternent avec des couches de sable et renferment des nids de conglomérat. Les blocs qu'on y rencontre constituent parfois jusqu'au dixième de la masse; le poids d'un bloc peut atteindre jusque 8 tonnes et au delà; le plus souvent, ils mesurent 1 pied cube. Leur forme est ovale, ronde ou à facettes. Les blocs arrondis présentent fréquemment des stries parallèles, parfois réunies en systèmes se coupant sous des angles divers. L'épaisseur de la formation dépasse parfois 120 mètres; elle repose en stratification discordante sur le Silurien, renferme des blocs striés d'âge devonien et passe sous le Néogène du bassin du fleuve Murray.

Dans le dépôt de Bacchus-Marsh, dont l'épaisseur varie de 500 à 1,500 mètres, et qui repose sur une étendue de terrain silurien dont la surface est creusée de stries parallèles, à direction nord-est, on constate la présence de trois espèces nouvelles de *Gangamopteris* qui se ren-

contrent aussi dans les couches de Talchir aux Indes Anglaises, appartenant au système du Gondwana.

Dans le Queensland et dans la Nouvelle-Galles du Sud, M. Oldham constata également, en 1885, des traces glaciaires dans les formations carbonifères, et l'on en rencontre aussi dans la Tasmanie. On peut rattacher cet ensemble d'observations aux constatations analogues faites dans l'Inde et au Cap. Dans l'Inde, on a signalé les conglomérats du Talchir, à la base du système du Gondwana, celui-ci constituant un équivalent de la série marine du Carbonifère, du Permien et du Trias. Dès 1856, les frères Blandford avaient soutenu l'origine glaciaire du conglomérat. En 1875, Fedden signale les phénomènes glaciaires de Chanda (19° latitude nord, 79° longitude est); Wynne et Noetling les retrouvent dans le Salt Range et décrivent les blocs à facettes qu'on y rencontre; enfin, à 600 kilomètres au sud, dans le désert indien (26° latitude nord, 71° longitude est), Oldham rencontre également des surfaces striées recouvertes d'argile à blocaux, avec des blocs striés présentant des facettes.

Au Cap, on rencontre à la base de la formation du Karroo, analogue à la formation du Gondwana, un conglomérat à blocs striés, reposant sur une surface striée également. C'est le conglomérat Dwyka que Sutherland a reconnu au Natal et qu'il considère comme glaciaire. On a aussi décrit un conglomérat du Vaal, qui correspond à celui de Dwyka. L'ensemble occupe un espace en losange dont un des côtés mesure 1,100 kilomètres.

Le problème de la formation glaciaire permo-carbonifère. — La concordance dans les trois continents est très frappante. Les formations présentent partout presque tous les phénomènes qu'on s'est habitué à désigner comme étant d'origine glaciaire. On peut admettre qu'il s'agit ici de formations purement glaciaires, fluvio-glaciaires et glaciaires marines ou drift. L'âge géologique de celles-ci est le même partout; on peut le placer dans le permo-carbonifère ou à la fin de l'ère paléozoïque. Cependant, on n'est pas obligé d'admettre une coïncidence absolue, et il peut y avoir eu une certaine alternance pendant la période géologique indiquée.

Il y a lieu de remarquer également, que les phénomènes glaciaires se localisent assez près de l'Équateur, et ceci ne fait qu'augmenter la difficulté, lorsqu'on veut se représenter la constitution climatérique du globe à l'époque de la formation de l'argile à blocaux permo-carbonifère. Enfin celle-ci ne se rencontre que dans les contrées qui entourent l'océan Indien. Il y aurait là une analogie avec l'âge glaciaire du

Quaternaire, dont les formations se rencontrent surtout sur les bords de l'Atlantique, concentriquement autour du Groenland. On peut calculer que le centre glaciaire du Permo-Carbonifère se trouve dans l'océan Indien sous le tropique du Capricorne par 86° longitude est. Oldham a voulu expliquer ces phénomènes par un déplacement du pôle antarctique. Si l'on se représente le pôle déplacé de 66 $^1/_2$°, de façon à occuper une position centrale relativement aux trois zones de blocs erratiques de l'époque permo-carbonifère, on pourrait plus facilement les rattacher à un même système glaciaire, et ainsi expliquer l'absence de traces glaciaires dans les terrains permiens d'Europe, qui se trouverait, dans cette hypothèse, occuper l'Équateur du globe pendant la période permienne, alors que le pôle nord se serait localisé dans le nord-ouest du Mexique. Ici nous rencontrons une première objection à la théorie du déplacement du pôle, car jusqu'ici on n'a pas rencontré dans l'hémisphère nord actuel ni dans celui qui correspond à l'hypothèse du déplacement permien du pôle, de signes qui permettent de conclure à une glaciation correspondant à celle du pôle sud.

De plus, la direction des stries glaciaires suit généralement les méridiens actuels avec une certaine déviation à l'est, de sorte que celle-ci correspond à la situation actuelle du pôle. De sorte que nous nous trouvons devant un problème qui attend encore sa solution.

Nouvelles hypothèses explicatives. — Jusqu'ici, la formation de l'argile à blocaux permo-carbonifère avait été exclusivement constatée dans le système du Gondwana, qui entoure l'océan Indien. Tout récemment Bodenbender a montré que les couches de Gondwana occupaient une grande étendue dans l'Amérique du Sud, et cette découverte a complètement modifié nos idées sur la migration de la flore du Gondwana, qu'on ne doit dès lors plus expliquer par l'existence d'un continent submergé dans l'océan Indien (Oc. Indique), alors qu'on peut plutôt admettre que les pointes des trois masses continentales australes ont été reliées entre elles ou avec le continent antarctique. On pourrait expliquer de la même manière la présence des couches de Gondwana en Amérique, en Afrique, dans l'Inde et en Australie, d'autant plus que les couches de l'Amérique du Sud présentent également à leur base un conglomérat. Si l'on parvient à constater dans celui-ci la présence de stries, on peut en conclure que la striation ne s'observant plus exclusivement autour de l'océan Indien, ce n'est pas dans celui-ci qu'il faut chercher le centre des phénomènes glaciaires permo-carbonifères. Nous aurions dans l'hémisphère austral une zone striée qui s'étend de 26° à 43° latitude sud, ayant pour centre le pôle actuel.

Étant donnée l'énorme étendue de cette zone, on peut se demander si les arguments invoqués pour admettre l'origine glaciaire des phénomènes de striation et de la présence de l'argile à blocaux ont une valeur suffisante. Il y a d'abord une différence importante entre les formations australiennes et le Till ou argile à blocaux d'Écosse ; les premières présentent une stratification marquée, soit primitive, soit secondaire. Il faut y signaler en outre la présence des blocs à facettes, qu'on ne rencontre pas dans les formations du diluvium en Europe. Elles présentent souvent sur chacune de leurs faces une série de stries parallèles qui coupent parfois à angle droit la direction des stries de la surface voisine. La détermination du mode de formation de ces blocs aura une grande importance pour l'explication de l'ensemble de ces formations du système de Gondwana.

Il y a lieu de signaler la striation des plans de glissement qui ont été décrits dans la molasse subalpine. Ce phénomène a été étudié par plusieurs auteurs, et il résulte de leurs recherches que les stries à la surface des roches ne sont pas toujours d'origine glaciaire.

En résumé, on peut dire que l'argile à blocaux permo-carbonifère présente une très grande analogie avec les formations glaciaires. A côté des blocs à facettes, on y rencontre des blocs striés ressemblant tout à fait à ceux que l'on rencontre dans les glaciers. Par contre, la stratification de cette argile n'est pas en rapport avec la glaciation, et jusqu'ici il n'a pas encore été possible de donner une explication satisfaisante du mode de formation des blocs à facettes.

La période glaciaire quaternaire de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande. — Elle a laissé moins de traces que la précédente. On commença par les reconnaître vers 1885, sur le Mont Kosciusko et sur les Alpes dans la Colonie de Victoria. On a parlé d'abord d'une période de glaciers isolés antérieure à celle de l'hémisphère nord, puis on en vint à admettre que le refroidissement avait été beaucoup plus considérable et plus ancien.

Dans l'île sud de la Nouvelle-Zélande, la limite inférieure de la neige permanente actuellement varie entre 2,200 et 1,800 mètres. On y a découvert des traces de glaciers qui permettent de conclure que la limite de la neige descendait autrefois à plus de 1,000 mètres plus bas. Les glaciers, atteignant parfois 80 kilomètres de longueur, descendaient alors jusque dans la plaine de Canterbury, mais sans atteindre la mer, ce qui prouve que le niveau du sol était le même alors que maintenant.

En Tasmanie, on a découvert les traces glaciaires sur la côte ouest et au centre de l'île. Les moraines atteignent jusqu'au bord de la mer actuelle.

Dans les Alpes australiennes de la Nouvelle-Galles du Sud et de Victoria, les études géologiques non encore terminées montrent que la neige permanente descendait autrefois jusque 1,200 à 1,000 mètres, alors qu'aujourd'hui la limite inférieure est estimée remonter jusque 3,000 mètres, c'est-à-dire que les Alpes australiennes se trouvent actuellement au-dessous de cette limite.

Comparaison avec la période glaciaire en Europe. — Les Pyrénées sont les montagnes qui conviennent le mieux pour la comparaison avec celles des continents austraux. De part et d'autre, on trouve la même différence de niveau entre les limites actuelles et anciennes de la neige permanente, et des deux côtés on peut l'évaluer à 1,200 mètres.

V. D. W.

R. F. SCHARFF. — **L'histoire de la faune de l'Europe.** (*The Contemporary Science Review.* Un vol. in-12, 364 pages. Londres, Walter Scott, 1899.)

Quoique ce livre ne traite pas exclusivement de questions géologiques, il nous paraît utile de le passer en revue, parce que les conclusions auxquelles l'auteur arrive ne sont pas toujours complètement d'accord avec la tendance générale des géologues qui s'occupent du Quaternaire et de l'époque glaciaire.

Par suite de ses études sur la distribution des plantes et des animaux actuels, comparée à la paléontologie des périodes tertiaire et quaternaire, et en se basant surtout sur ces distributions zoologique et botanique dans les îles de la Grande-Bretagne, M. Scharff cherche à déterminer plus nettement les anciennes connections de ces îles entre elles et avec le continent. De plus, il combat la théorie du grand bouclier de glace qui aurait recouvert le nord de l'Europe en y détruisant complètement la faune et la flore.

Il montre que la faune européenne s'est constituée par l'immigration de trois groupes d'espèces : l'élément sibérien, l'élément oriental et l'élément arctique, que l'on peut encore reconnaître aujourd'hui, grâce à la détermination de la distribution actuelle des Mammifères, des Lombrics et des Mollusques terrestres. C'est surtout l'étude de la faune de la Grande-Bretagne qui a conduit l'auteur à ces conclusions. D'une façon générale, on peut dire que les animaux qui habitent l'Angleterre proprement dite viennent de l'est, que la plupart des animaux qui ont

une origine septentrionale se trouvent en Écosse, et qu'en Irlande on rencontre les animaux venant du sud. Voici la manière dont l'auteur nous expose l'arrivée successive de ces différents éléments sur le sol de la Grande-Bretagne.

Immigration orientale. — Au début du Tertiaire, alors que le climat de l'ouest de l'Europe était humide et presque tropical, il y avait immigration vers le nord d'organismes venant de la partie sud-ouest de l'Europe en compagnie d'autres organismes arrivés de l'Orient par le bassin de la Méditerranée. Pour expliquer la possibilité de cette migration, il faut admettre qu'une ligne côtière s'étendait depuis la France jusqu'en Irlande, comme le démontre la coïncidence d'un grand nombre d'espèces côtières. De plus, le sol de la mer d'Irlande était occupé à ce moment par un lac d'eau douce. A la suite d'une modification de la situation géographique, une faune alpine s'est établie dans la Grande-Bretagne, et plus tard est venue se joindre à celle-ci une immigration venue du sud-est. Cependant le climat devient plus tempéré et plus sec. C'est à ce moment qu'une immigration arctique tend à s'établir vers le sud, et, enfin, les animaux venus de la Sibérie envahissent le continent européen. C'est cette dernière immigration qui nous a laissé les documents fossiles relativement les plus complets à l'aide desquels nous pouvons reconstituer, non seulement sa direction, mais aussi son âge géologique. Elle arriva en Allemagne après le dépôt du *Boulder-Clay* (argile à blocaux); et puisque celle-ci est considérée comme un dépôt glaciaire, on peut en conclure qu'elle eut lieu après la première phase de la période glaciaire. En Angleterre, on rencontre les traces de l'immigration sibérienne pour la première fois dans les *Forest-Bed* de Cromer, qu'on doit par conséquent regarder comme l'équivalent du *loess* de l'Europe centrale.

La *faune d'origine arctique,* qui est beaucoup plus pauvre que les autres, ne présente ni Reptiles ni Amphibies, du moins actuellement, car à l'époque miocène elle était très riche ; mais elle s'est appauvrie par suite des modifications du climat survenues à la suite de la transformation géographique. Autrefois la Scandinavie, le Groenland, le Spitzberg et l'Amérique étaient réunis en un seul continent qui séparait l'océan Atlantique de l'océan Arctique. Quand la température vint à baisser par suite de la désagrégation de ce continent, les animaux émigrèrent vers le sud, et c'est de cette façon qu'on explique la présence de plantes et d'éponges d'eau douce, analogues à celles de l'Amérique, dans les îles de la Grande-Bretagne. L'auteur nous rappelle que les restes fossiles de Rennes découverts en Europe se rattachent

à deux variétés différentes, celle des *Barren-Ground* du Canada et celle du *Woodland*. La première se rencontre en Irlande et dans le sud de la France, tandis que l'autre se rencontre surtout vers l'est et finit par y procéder exclusivement de l'autre. On croit que la variété du *Barren-Ground* est la plus ancienne en Europe et qu'elle y est venue avec la migration arctique, et que l'autre variété est arrivée beaucoup plus tard de la Sibérie, alors que l'Irlande était déjà séparée de l'Angleterre. Dans cette faune, il faut ranger également le Lièvre arctique (*Lepus variabilis*) qui est arrivé en Europe par la même voie, avant la période glaciaire ou au début de celle-ci, et qui actuellement habite toutes les contrées baignées par l'océan Arctique. L'auteur nous expose, au moyen d'une carte, ses idées sur la disposition géographique des terres et des mers à l'époque de la migration arctique. Un vaste golfe de l'océan Arctique, pénétrant par la mer Baltique, le nord de la Russie, l'Allemagne du Nord, vient baigner l'est de l'Angleterre et le nord de notre pays; il est séparé de l'océan Atlantique par le sud de l'Angleterre, ainsi que par la région de la mer de la Manche qui était alors terre ferme. Enfin, du Spitzberg à l'Irlande s'étend un continent allongé qu'on peut considérer comme une Scandinavie rétrécie et allongée. C'est par le golfe arctique que seraient arrivés les erratiques scandinaves, qu'on rencontre dès le *Red Crag*. Les espèces marines de l'Amérique du Nord qu'on y observe se seraient également propagées par cette voie. Ce serait vers la fin de la période glaciaire que la continuation des terres fut rompue entre la Scandinavie, le Spitzberg et le Groenland et que les eaux de l'océan Atlantique et de l'océan Arctique purent communiquer. Il est plus difficile de dire quand l'Écosse se sépara de la Scandinavie; en tout cas, ce fut seulement après qu'il y eut séparation entre l'Écosse et l'Irlande.

L'immigration sibérienne. — Le professeur Nehring a montré qu'elle eut lieu après le dépôt du *Boulder-Clay* inférieur sur le continent européen; il admettait que le climat de la région qui constitue maintenant l'Allemagne était celui d'une steppe, mais l'histoire des Mollusques de cette période ne confirme pas cette théorie. Il faudrait plutôt admettre que la mer Caspienne était réunie à l'océan Arctique pendant le Pliocène et le commencement du Glaciaire, et lorsque cette communication cessa, les animaux de la Sibérie trouvèrent un chemin vers les plaines de l'Europe. On les trouve en Angleterre pour la première fois dans le *Forest-Bed*, et comme leur apparition en Allemagne coïncide avec le *Lower-Boulder-Clay* de la période intraglaciaire, il faudrait ranger le *Forest-Bed* dans la période glaciaire. M. Scharff, contrairement à

l'opinion de la plupart des géologues anglais, considère le *Boulder-Clay* comme d'origine marine, et loin d'admettre que le nord de l'Europe était, pendant la période glaciaire, recouvert par une épaisse couche de glace, il considère comme indubitable la persistance d'une faune et d'une flore d'origine pliocène dans ces contrées pendant toute la durée de la période. Ce que l'on a appelé la flore glaciaire ne constitue pour lui que les représentants de cette faune tertiaire qui ont survécu et qui sont arrivés en Angleterre par la migration arctique; une partie de cette flore était probablement propre à ce pays. Il cite un argument curieux en faveur de cette théorie. A Kew et à Christiania, on a observé que les plantes arctiques et alpines ne résistent pas aux rigueurs de l'hiver et que, pour les conserver pendant la saison froide, il faut les mettre sous verre. Il faudrait admettre qu'elles ont été protégées pendant les hivers de la période glaciaire par une épaisse couche de neige. Plus tard, elles n'ont pu résister aux plantes nouvelles qui envahissaient les plaines du centre de l'Europe et elles n'ont persisté que sur les Alpes et sur la côte de l'Irlande qui regarde l'océan Atlantique.

L'immigration orientale. — Elle provient de l'Asie du Sud, du Centre et de l'ouest de l'Asie, et il n'est pas toujours facile de distinguer ses représentants de ceux de l'immigration sibérienne, parce que les voies ont été en partie communes à toutes deux, c'est-à-dire au nord et au sud de la mer Caspienne. Parmi les représentants de la faune orientale, il faut ranger le Mammouth, le Sanglier, le Blaireau, les Sauteurs et les Faisans, quelques Reptiles et Amphibies et une foule d'Invertébrés. Les plus anciens représentants de cette faune sont venus par la région de la Méditerranée, qui alors ne se présentait pas comme de nos jours, car la Grèce était encore réunie au sud de l'Italie, à la Sicile et à la Tunisie, à laquelle la Sardaigne et la Corse se trouvaient reliées; par contre, le détroit de Gibraltar n'existait pas. C'est donc par l'Espagne que le plus grand nombre de représentants de la faune orientale ont pénétré en Europe.

La faune lusitanienne. — Elle peut provenir du nord-ouest de l'Afrique ou d'un continent submergé qui était situé à l'ouest du Portugal. C'est surtout en Irlande que ses représentants ont pénétré. Edward Forbes admettait que l'élément lusitanien de la flore britannique était d'âge miocène et avait survécu à la période glaciaire. Les éléments orientaux qui ont pénétré par l'Espagne ne se sont pas confondus avec l'élément lusitanien. Le Lapin a une origine lusitanienne; il faut y ajouter quelques Oiseaux, des Reptiles et des Amphibies. La plupart des Limaces et des Mollusques terrestres de la Grande-

Bretagne appartiennent à cette faune. Enfin, il faut signaler deux plantes remarquables : un arbuste (*Arbutus unedo*) et une Euphorbiacée (*Euphorbia hiberna*).

La faune alpine. — La plupart des représentants sont indigènes ou proviennent de l'Asie. Ils ont survécu dans les Alpes pendant les froids de l'époque glaciaire. Les espèces presque identiques qu'on rencontre en Scandinavie ne sont pas arrivées directement des Alpes, mais il faudrait plutôt admettre que les deux régions ont été peuplées par des organismes venant du même centre, et, pour le prouver, l'auteur se base sur la distribution géographique des différentes espèces de « grouse ». Il n'admet donc pas la théorie de Forbes, qui prétend que pendant la période glaciaire les animaux du nord et du sud sont descendus dans les plaines et qu'ils sont rentrés dans les montagnes lorsque la température est redevenue plus douce; ni celle de Nehring, qui fait dériver la faune actuelle de la Scandinavie et des Alpes de l'émigration sibérienne. Il n'admet pas non plus les vues des botanistes Engler et Christ, qui admettent tous deux que la plus grande partie de la flore alpine est post-glaciaire et constituée par des représentants des espèces venues de la Sibérie. L'auteur partageant les opinions du botaniste John Ball, croit que l'arrivée des plantes alpines a eu lieu longtemps avant la période glaciaire. Il admet, avec Krasan, que beaucoup de plantes qui vivent maintenant dans les Alpes occupaient les plaines basses à l'époque pliocène, et c'est grâce à l'humidité qui régnait pendant l'époque glaciaire, comme en témoigne la grande quantité de neige, que les plantes alpines ont pu se maintenir malgré l'action destructive des glaciers.

On voit que M. Scharff tend à retourner aux théories anciennes au sujet de la géologie de l'époque glaciaire, théories encore défendues aujourd'hui par MM. Bonney et Falsan, entre autres, et par le colonel Feilden, l'éminent explorateur des glaces arctiques. Il n'admet pas l'énorme couche glaciaire qui aurait couvert la Scandinavie, la Russie, l'Allemagne du Nord et l'Angleterre presque tout entière. Il revient aussi à la théorie des *icebergs* pour expliquer la formation du *Boulder-Clay,* qui est souvent stratifié. Les arguments qu'il apporte peuvent ne pas paraître décisifs à beaucoup de géologues, mais ils sont assez importants pour que le lecteur de ce livre si intéressant soit amené à la conclusion que le problème n'est pas encore résolu et que, pour atteindre ce but, il n'est pas de trop du secours de toutes les sciences naturelles.

V. D. W.

SÉANCE SPÉCIALE POUR L'ÉTUDE DES SABLES BOULANTS, DU 5 MARS 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Correspondance :

M. P. *Choffat*, attaché au Service géologique du Portugal, signale à notre attention les études et les rapports de M. *Heim* sur diverses questions très intéressantes d'applications géologiques. Il pense que M. Heim a dû traiter également la question des sables boulants. M. Choffat nous informe que lui-même s'occupe, en ce moment, d'une application géologique où interviennent aussi ces sables. Il s'agit de l'effondrement d'une galerie aquifère, pour lequel il croit que l'emploi des plaques filtrantes serait favorable; M. Choffat désire même quelques renseignements à ce sujet.

M. *Dumortier* a remis à M. le Secrétaire de la Société centrale d'architecture, le premier fascicule paru sur l'étude des dits sables, pour en faire l'analyse dans le journal *L'Émulation*.

M. *Van Meurs* nous laisse espérer une communication sur ce sujet par M. *G. Denil*, ingénieur des ponts et chaussées, qui s'occupe des travaux du canal du Centre.

M. *Gosselet*, retenu par ses travaux pour la Carte géologique de France, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance, dont l'ordre du jour l'intéresse vivement.

M. *Ransy*, ingénieur à Liége, nous envoie trois exemplaires d'une brochure décrivant le nouveau système de captage de l'eau des sables aquifères au moyen de puits filtrants à lamelles de verre.

M. *Moulan* nous informera, en temps utile, de la formation, possible

cet hiver, des aiguigeois au parc de Laeken lez-Bruxelles, pour que nous puissions en prendre, éventuellement, des clichés photographiques.

M. *Otto Lang* nous donne les renseignements complémentaires suivants au sujet de l'expression *schwimmende Gebirge* employée concurremment avec celle de *Schwimmsand*, dans sa lettre du 8 janvier, publiée dans le *Compte rendu* de la séance du 15 janvier dernier :

« *Schwimmende Gebirge* est une expression usitée par les mineurs » allemands. Dans cette expression, le mot *Gebirge* signifie *roche* » plus spécialement qu'*assise (Schicht)*; car on désigne aussi sous » l'expression *schwimmende Gebirge* des dépôts qui ne sont pas des » assises géologiques. Cette expression comprend d'une manière » générale des amas quelconques de cailloux roulés, de gravier, de » sable, de boue et de tourbe, pourvu que tous ces dépôts soient à » l'état *nageant*, soit boulant ou fluide. »

Communications des membres :

M. le *Président* fait connaître que l'ordre du jour, pour cette séance et les suivantes consacrées au boulant, sera divisé en deux parties distinctes :

1° L'exposé des questions relatives aux généralités et qui sont de nature à permettre d'arriver promptement à une définition aussi exacte que possible du sable boulant;

2° Les communications spéciales sur ce sujet. Exposés de cas locaux, régionaux, observations diverses sur un point déterminé du programme.

M. le Président donne ensuite la parole à M. *Ad. Kemna.*

LA GÉOMÉTRIE DES COUCHES DE SABLE

PAR

Ad. KEMNA

Directeur de l'*Antwerp Water Works Company.*

L'allure des couches de sable, leur manière de se comporter, quand elles sont entamées par des travaux d'une certaine importance, doivent résulter, en dernière analyse, des propriétés physiques des éléments meubles accumulés. La densité de la substance, les dimensions des grains, leur forme, la régularité ou l'irrégularité des divers grains, sont

autant de facteurs déterminant les propriétés de la masse considérée dans son ensemble. Ces propriétés sont *effet*, les caractères physiques sont *cause*; une étude ne peut être considérée comme scientifique si elle n'établit pas clairement cette relation de cause à effet.

Mais les phénomènes concrets de la nature ne sont pas simples. Dans le cas actuel, un premier examen, très sommaire, donne lieu déjà à l'énumération de plusieurs causes, entremêlant leurs effets; pour peu que l'on veuille approfondir la question, déterminer l'action proportionnelle et relative de chacune de ces causes et comment elles combinent leur action, on se trouve aussitôt devant une complication inextricable.

Pour aborder le problème avec quelque chance de succès, il est indispensable de le simplifier par l'imagination. Il n'est pas impossible de déterminer par le raisonnement quelles doivent être les propriétés d'une masse idéalement simple, qu'on pourrait nommer un sable théorique; puis de déterminer de même quels changements subira l'allure de cette couche en faisant varier, un à un, les divers éléments du problème. On peut espérer ainsi arriver à une solution approchée du problème dans sa complication concrète.

Car, il importe de ne pas l'oublier, ces études théoriques ne peuvent pas constituer en elles-mêmes le but de nos efforts; elles ne sont qu'un moyen d'arriver à une connaissance raisonnée, à une compréhension scientifique du phénomène, tel qu'il s'offre à nous dans la réalité. Il est donc nécessaire, indispensable même, à chaque étape du raisonnement, de contrôler le résultat théorique en l'appliquant à la réalité.

J'insiste d'autant plus sur ce point, qu'il sera pour ainsi dire complètement négligé dans cette courte esquisse; et pourtant, on voit que ce n'est pas pour en avoir méconnu l'importance. Deux raisons d'opportunité militent en faveur d'une étude purement théorique. D'abord, une étude de ce genre peut être courte. La théorie est en somme une simplification : on a éliminé tout l'accessoire pour dégager le principal. Au contraire, du moment qu'on revient au concret, on retrouve la complication des phénomènes; leur examen, avec les discussions inévitables, donnerait à ce travail une étendue trop considérable. En second lieu, pour cette vérification constante de la théorie à mesure qu'elle se développe, par la comparaison avec la réalité, nos collègues ingénieurs ou géologues n'ont qu'à puiser dans l'expérience de leur pratique; et comme je ne suis ni ingénieur ni géologue, j'ai une raison probante pour m'abstenir.

Supposons un terrain meuble, homogène, dont tous les éléments sont égaux et ont la forme géométrique la plus simple : la sphère. La porosité de ce terrain variera avec le mode d'empilement des sphères, qui peut se faire de quatre façons, représentées dans les quatre figures ci-dessous :

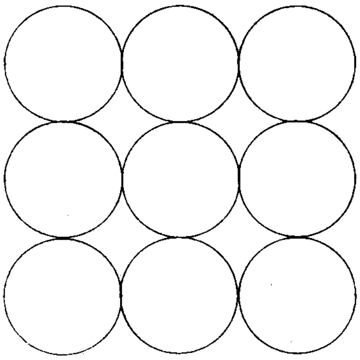


Fig. 1.

1° Une sphère quelconque est en contact avec quatre autres : une de la couche au-dessous, une de la couche au-dessus et quatre de la même couche. Les plans tangents menés par les points de contact délimitent un cube. Or, les rapports de volume entre la sphère et le cube circonscrit sont tels qu'il y a 47.64 % de vide. La porosité d'une couche dont les matériaux sont ainsi arrangés sera donc à peu près la moitié du volume total ;

2° Une sphère quelconque est en contact avec huit autres : une de la couche au-dessous, une de la couche au-dessus et six de la même couche. Ces six contacts dans le plan horizontal, par leurs plans tangents, délimitent un prisme hexagonal, vertical, indéfini, que les deux autres contacts ferment par des faces planes. La porosité est de 39.54 %;

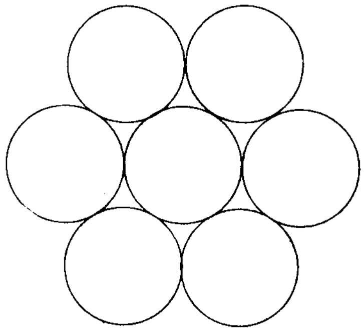


Fig. 2.

3° Une sphère quelconque est en contact avec douze autres : quatre au-dessous, quatre au-dessus et quatre de la même couche. Le polyèdre délimité par les plans tangents est le dodécaèdre rhomboïdal; la porosité est de 27.91 %;

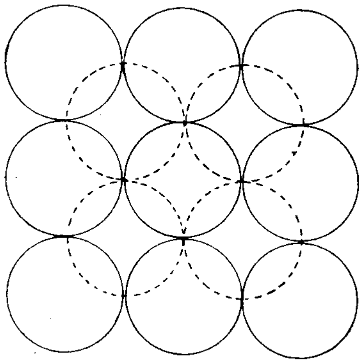


Fig. 3.

4° Une sphère quelconque est en contact avec douze autres : trois de la couche au-dessous, trois de la couche au-dessus et six de la même couche. Le prisme hexagonal ne sera plus terminé par deux faces planes, mais par

des pyramides triangulaires, dont les faces reposent symétriquement sur les arêtes alternes verticales du prisme. La porosité est de 22.04 %.

Il est facile de voir que les arrangements 2, 3 et 4 peuvent être considérés comme dérivés de l'arrangement 1. Dans celui-ci, les sphères de deux rangées consécutives sont opposées, dans le sens qu'on donne à ce mot en botanique pour la disposition des folioles d'une feuille composée. Dans l'arrangement 2, les sphères de deux rangées consécutives, prises dans un même plan horizontal, sont alternes; l'une rangée a chevauché sur l'autre exactement de la longueur d'un rayon ou demi-diamètre; la panse d'une sphère s'intercale dans l'espace entre deux sphères de la rangée précédente; ces espaces ou interstices, de quadrangulaires sont devenus triangulaires sur la coupe horizontale; de là, la diminution de la porosité. Mais deux rangées contiguës, prises dans un plan vertical, sont restées comme dans l'arrangement primitif. Dans l'arrangement 3, chaque couche horizontale est comme dans l'arrangement 1; mais la superposition des couches horizontales est faite d'une autre façon : une couche se superpose à la sous-jacente, non pas au sommet de l'inférieure, mais de façon que chaque sphère insinue sa panse dans l'espace entre quatre sphères sous-jacentes. Enfin, dans l'arrangement 4, il y a eu, dans le sens horizontal, chevauchement comme dans 2, et le même chevauchement dans le sens vertical; une sphère repose sur trois sphères sous-jacentes.

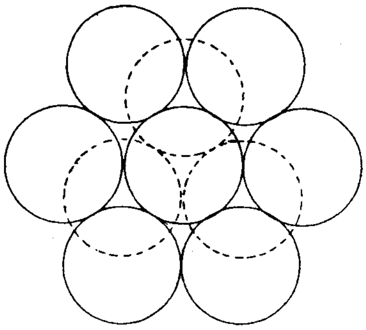


Fig. 4.

Les relations de volume entre la sphère et le polyèdre circonscrit délimité par les plans tangents au point de contact sont absolument indépendantes de la grandeur des sphères; le grain le plus fin et le grain le plus grossier auront donc pour le même arrangement la même porosité. Mais les *dimensions* des interstices seront en rapport direct avec les dimensions des sphères et décroîtront donc à mesure que ces dimensions diminuent, les phénomènes de capillarité acquièrent une importance proportionnelle beaucoup plus considérable.

En premier lieu, pour des couches de même capacité aquifère à l'état de saturation, c'est-à-dire de même arrangement des grains, il y aura des différences considérables de pouvoir de rétention après drainage. Un sable grossier perdra ainsi la plus grande partie de son eau; un sable suffisamment fin peut retenir la totalité. Au point de vue de l'eau

à recueillir, il est donc de la plus grande importance de connaître la dimension moyenne du grain et de déterminer le pouvoir rétenteur, sans quoi l'on s'expose à de graves mécomptes. C'est une des objections que la Commission spéciale de notre Société a signalées à M. Lambert, lorsqu'il basait un vaste projet de distribution d'eau sur un rendement de 700 litres par mètre cube de craie.

En second lieu, la dimension des grains, et par conséquent des interstices, influe sur la rapidité du courant de passage, sur le débit; car le frottement est beaucoup plus considérable dans une série de chenaux de petit calibre que dans des canaux plus larges, même quand la somme des espaces libres est égale dans les deux cas Au point de vue spécial de l'épuration des eaux par filtrage, l'efficacité plus grande d'un grain de petite dimension est si évidente qu'il est inutile d'insister.

Nous avons toujours supposé jusqu'ici le grain de forme parfaitement sphérique et tous les grains exactement semblables entre eux. Nous maintenons cette deuxième condition, mais nous allons modifier la première ; nous aurons donc à considérer une couche homogène, composée de tous grains semblables, mais qui ne sont plus sphériques. Tout écart de la forme sphérique ne peut être qu'un rapprochement vers une forme polyédrique quelconque. Avec des grains sphériques, le tassement se fait de soi-même ; mais avec des grains plus ou moins anguleux, on peut concevoir deux modes très différents d'agencement. Prenant par exemple le cas extrême de grains cubiques, on peut les empiler de manière à réduire la porosité à zéro ; mais il y a également moyen de les arranger en voûtes délimitant des cavités relativement grandes. Ainsi, la première complication ajoutée à la simplicité primitive théorique nous met en présence de deux alternatives, sans qu'on voie le moyen de faire un choix. Toutefois, le premier arrangement représente l'état d'équilibre stable, vers lequel tendent tous les corps. Les expériences de J. H. King (résumées dans notre *Bulletin*, t. IV, 17 juillet 1900, p. 225) avec du calcaire pulvérisé, lequel se fragmente en petites masses cuboïdes, montrent que cette substance donne une porosité moindre que les autres; d'un autre côté, de nombreuses analyses de sables naturels ont montré que pour les mêmes dimensions de grains, les sables à grains arrondis ont une porosité de 2 à 5 % inférieure à celle des sables à grains anguleux (1). Il semble donc en fait que c'est le second arrangement qui se réalise.

(1) ALLEN HAZEN, *Some physical properties of sands and gravels*, 24th annual report, Massachussets, 1892.

La deuxième complication consiste à abandonner l'hypothèse de l'égalité de tous les grains entre eux. Quand il y a des grains assez fins pour qu'ils puissent se loger dans les interstices que laissent entre eux les grains de grande dimension, la porosité est considérablement réduite ; cette réduction sera le plus marquée quand le nombre de ces grains fins est juste égal à celui des interstices à obturer. Or, il suffit d'une proportion en poids assez faible de grains fins, pour se rapprocher de cette condition ; les expériences de filtrage à Lawrence, Mass., montrent que les 10 % de grains fins ont autant d'influence que les 90 % plus gros dans l'efficacité filtrante d'un sable (1).

Nous avons considéré jusqu'ici l'effet du sable sur l'eau, au point de vue de la quantité d'eau que le sable peut loger ou retenir et de la résistance variable qu'il présente au passage du liquide. Nous allons faire maintenant l'inverse, considérer l'influence de l'eau sur le sable au point de vue spécial de la mobilité de la masse, et nous serons ainsi au cœur de la question des sables boulants.

Un composé de grains sphériques tous égaux doit réaliser le maximum de mobilité ; des différences de dimensions semblent devoir assurer un peu plus de stabilité ; nous avons vu que l'intervention d'un élément fin réduit la porosité, ce qui revient à dire que le tassement est plus compact et partant plus stable. Cette plus grande compacité est également l'une des deux alternatives possibles avec des éléments anguleux, qui peuvent s'enchevêtrer, se coincer les uns dans les autres.

L'intervention de l'eau semble, à première vue, avoir nécessairement pour effet d'augmenter l'instabilité ; la mobilité de l'élément liquide ne peut que faciliter les mouvements de roulement et de glissement des particules solides, qui perdent en outre, par le fait de leur immersion, une partie de leur poids.

Mais dans ces considérations, il n'a pas été tenu compte des phénomènes de capillarité. Une masse de sable, imbibée de juste la quantité d'eau qu'elle peut retenir par capillarité, loin d'acquérir une mobilité plus grande, sera devenue au contraire beaucoup plus stable, car l'écartement des grains entraîne dorénavant l'extension des lames liquides qui se sont logées dans les espaces capillaires, ce qui nécessite, comme on sait, une force relativement considérable. Un sable à grains grossiers ne peut retenir qu'une quantité assez faible d'eau ; le poids du grain est considérable par rapport à la force capillaire ; la solidité de la masse humectée sera donc peu marquée. Mais au fur et à mesure que le volume diminue, le poids diminue aussi, tandis que la quantité

(2) ALLEN HAZEN, *loc. cit.*

d'eau, retenue par capillarité et transformée en lames élastiques de fixation, augmente. Nous arrivons donc à ce résultat paradoxal que plus le grain est fin et plus on donne de l'eau à la masse, plus celle-ci devient stable.

Aussitôt que la quantité d'eau dépasse l'eau de capillarité, le surplus, par le seul fait de son poids, doit tendre à diminuer la stabilité. Et quand on considère que l'eau dans le sous-sol est toujours animée d'une certaine vitesse et qu'elle exerce alors une action d'entraînement mécanique, d'autant plus efficace que le grain est plus petit, on voit qu'on a les éléments pour aborder l'étude des phénomènes concrets.

J'en signalerai un, qui a frappé tous ceux qui ont participé à notre excursion de Hastings en 1899 : les hautes falaises de sable, à parois verticales, avec failles et crevasses. Il est probable qu'elles sont un exemple de sable anguleux, tassé, compact et imbibé de juste la quantité d'eau capillaire. La détermination des dimensions des grains, de leur forme, de leur régularité, de l'humidité de la masse, offrirait donc un certain intérêt en ce qu'il permettrait d'expliquer un phénomène géologique assez curieux.

Quant à l'application des notions théoriques aux sables boulants, on la trouvera dans un travail spécial : *Discussion sur les sables boulants à la Société des ingénieurs américains, 1900,* dont je m'occuperai plus loin.

J'ai prié M. H. *van Aubel,* mon ancien professeur de mathématiques à l'Athénée d'Anvers, de bien vouloir calculer et vérifier les porosités des quatre cas signalés au début de ce travail. M. van Aubel a eu l'obligeance de me remettre la note que nous reproduisons aux pages ci-après.

NOTE

SUR LE

CALCUL DES POROSITÉS DANS LES DIVERS TYPES DE DISPOSITIFS SABLEUX

PAR

H. VAN AUBEL.

1° *Cube* (6 contacts). — Si dans l'ensemble on considère un cube ayant pour sommets les centres de 4 sphères tangentes supposées placées dans un plan horizontal et surmontées de 4 sphères semblables de telle sorte que les diamètres verticaux de 2 sphères superposées ne forment qu'*une* ligne droite, la porosité de l'ensemble reviendra au rapport de la partie vide de ce cube au cube lui-même.

Volume du cube $= 8R^3$ (R rayon de chaque sphère).

La partie pleine ou solide du cube se compose de 8 pyramides sphériques trirectangles; elle vaut par conséquent $\frac{4}{3}\pi R^3$. La partie vide $= 8R^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}R^3 (6 - \pi)$. Donc :

$$\text{Porosité} = \frac{\frac{4}{3}R^3(6-\pi)}{8R^3} = \frac{6-\pi}{6} = 0.4764 \text{ ou } \underline{47.64} \text{ °/}_{\text{o}}.$$

2° *Prisme droit à base hexagonale régulière* (8 contacts). — Dans ce cas, la porosité revient à celle d'un prisme droit qui a pour base un triangle équilatéral (dont les sommets sont les centres de trois sphères tangentes entre elles) et pour hauteur 2R. La surface de ce triangle équilatéral a pour mesure $R^2\sqrt{3}$;

$$\text{Volume du prisme droit} = R^2\sqrt{3} \times 2R = 2R^3\sqrt{3};$$

sa partie pleine se compose de 6 pyramides sphériques égales, ayant

chacune deux angles dièdres droits et le troisième = 60°. Le volume total de ces 6 pyramides est

$$\pi R^3 \times \frac{2 \times 90° + 60° - 180°}{90°} = \frac{2}{3}\pi R^3,$$

donc la partie vide de ce prisme droit est

$$2R^3\sqrt{3} - \frac{2}{3}\pi R^3 = 2R^3\left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{3}\right);$$

par suite :

$$\text{Porosité} = \frac{\sqrt{3} - \frac{\pi}{3}}{\sqrt{3}} = \frac{9 - \pi\sqrt{3}}{9} = \frac{9 \quad 5.4412}{9} = 0.3954 \text{ ou } \underline{39.54\ \%}.$$

3° *Dodécaèdre rhomboïdal* (12 contacts). — La porosité revient à celle d'une pyramide régulière à base carrée, dont la base $= 4R^2$ et la hauteur $= R\sqrt{2}$.

$$\text{Volume de cette pyramide} = \frac{4}{3}R^3\sqrt{2}.$$

La partie pleine de la pyramide se compose de 5 pyramides sphériques, dont l'une, correspondant au sommet de la pyramide, a pour angle solide celui de l'octaèdre régulier, et dont les 4 autres valent chacune la moitié de la 1re. Or l'inclinaison de 2 faces adjacentes de l'octaèdre régulier est 109°28′16″; donc l'un des angles du triangle sphérique, base de chacune des 4 pyramides sphériques, est 109°28′16″ et chacun des 2 autres la moitié, ce qui fait pour la somme des 3 angles 218°56′32″. Le volume de chacune des 4 pyramides sphériques égales est par conséquent :

$$\frac{1}{6}\pi R^3 \times \frac{218°56'32'' - 180°}{90°} = \frac{1}{6}\pi R^3 \times \frac{140192}{324000}.$$

Le volume total des 5 pyramides sphériques = 6 fois le volume précédent ou

$$\pi R^3 \times \frac{140192}{324000}.$$

La partie vide de la pyramide régulière à base carrée étant

$$\frac{4}{3}R^3\sqrt{2} - \pi R^3 \times \frac{140192}{324000} = R^3\left(\frac{4}{3}\sqrt{2} - \frac{140192}{324000}\pi\right),$$

la porosité sera exprimée par

$$\frac{\frac{4}{3}\sqrt{2}-\frac{140192}{324000}\pi}{\frac{4}{3}\sqrt{2}} = \frac{864000 - 140192\,\pi\sqrt{2}}{864000}$$

$$= \frac{864000 - 622857}{864000} = 0{,}2791 \text{ ou } \underline{27{,}91\,\%_0}.$$

4° *Pyramide droite à base hexagonale régulière* (12 contacts). — La porosité revient à celle d'un tétraèdre régulier ayant pour sommets les centres de 4 sphères disposées en pyramide triangulaire. L'arête de ce tétraèdre régulier étant 2R, la surface de sa base aura pour mesure $R^2\sqrt{3}$; sa hauteur est un des côtés de l'angle droit d'un triangle rectangle dont l'hypothénuse est 2R et l'autre côté $\frac{2R}{3}\sqrt{3}$; cette hauteur est donc

$$\sqrt{4R^2 - \frac{12R^2}{9}} = \frac{2R}{3}\sqrt{6},$$

et le volume du tétraèdre régulier

$$= R^2\sqrt{3} \times \frac{2R}{9}\sqrt{6} = \frac{2R^3}{3}\sqrt{2}.$$

La partie pleine de ce tétraèdre se compose de 4 pyramides sphériques égales, ayant chacune pour base un triangle sphérique équilatéral, et l'on trouve par la trigonométrie que chaque angle d'un triangle sphérique équilatéral est de 70°31′43″; donc la partie pleine du tétraèdre

$$= \frac{4}{6}\pi R^3 \times \frac{211°35'9'' - 180°}{90°} = \frac{2}{3}\pi R^3 \times \frac{113709}{324000}$$

et la partie vide

$$= \frac{2R^3}{3}\sqrt{2} - \frac{2}{3}\pi R^3 \times \frac{113709}{324000} = \frac{2R^3}{3}\left(\sqrt{2} - \frac{113709}{324000}\pi\right);$$

donc :

$$\text{Porosité} = \frac{\frac{2R^3}{3}\left(\sqrt{2} - \frac{113709}{324000}\pi\right)}{\frac{2R^3}{3}\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} - \frac{113709}{324000}\pi}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{648000 - 113709\,\pi\sqrt{2}}{648000} = \frac{324000 - 252598}{324000} = 0.2204 \text{ ou } \underline{22.04\,\%_0}.$$

RESUMÉ

DE LA

Discussion des Sables boulants par les Ingénieurs américains

PAR

Ad. KEMNA
Directeur de l'*Antwerp Water Works Company.*

Le numéro de juin 1900 des *Transactions of the american Society of civil Engeneers* (vol. XLIII) publie un travail de M. William B. Landreth, sur la réfection d'un bief du canal de l'Erié (1). En parlant des matériaux enlevés pour le creusement, l'auteur mentionne incidemment ce qu'il faut entendre par un vrai sable boulant (*true quicksand*). La discussion a été ouverte par M. Allen Hazen, l'ingénieur bien connu en Europe par ses enquêtes sur les distributions d'eau avec filtrage au sable. M. Hazen s'est uniquement attaché à cette question des sables boulants et en a donné une explication autre que celle admise par M. Landreth. Les orateurs subséquents ont naturellement donné leur avis, appuyé par des exemples puisés dans leur pratique; plus tard, des correspondants sont intervenus. Le procès-verbal de cette séance est ainsi devenu, un peu inopinément, la contribution la plus importante à l'étude théorique et pratique des sables boulants.

Le travail original de M. Landreth intéresse plus spécialement les ingénieurs; mais notre Société de géologie a certains titres lui permettant de s'immiscer dans les grandes entreprises; nous sommes souvent consultés comme aréopage scientifique dans ce domaine et nous distribuons équitablement l'éloge ou le blâme; en outre, et ceci est plus important, nous recueillons les faits acquis pour l'édification de l'avenir. Pour toutes ces raisons, il est opportun de dire quelques mots de la question, envisagée au point de vue de l'ingénieur.

La section de Jordan du canal de l'Erié traverse, sur une longueur de 5 milles (8,000 mètres), un district marécageux. Le sol se compose comme suit : vase 2 à 3 pieds; mélange de marne et d'argile, variant de 2 à 50 pieds; gravier concrétionné (*cemented gravel*).

Le canal a été construit de 1816 à 1825 et la section de Jordan

(1) WILLIAM B. LANDRETH, *The improvement of a portion of the Jordan level of the Erie canal.*

présenta de grandes difficultés. En 1836, on élargit le canal et alors les difficultés devinrent si considérables que trois entrepreneurs abandonnèrent successivement le travail, qui dut être repris par le Gouvernement. Il fallut construire un lit de fascines pour recevoir les déblais de l'excavation et servir de fondation aux talus. Mais le travail ne fut pas poussé jusqu'à la profondeur normale et le halage des bateaux dans cette section donnait lieu à une majoration de frais de 50 %.

C'est pour porter remède définitivement à cette situation qu'on entreprit de nouveaux travaux en 1896. Le plafond du canal devait être abaissé de 1 pied; le plan d'eau, et par conséquent aussi les berges, relevées d'autant, de façon à gagner 2 pieds. Pour la sous-section à laquelle se rapporte la communication de M. Landreth, le travail fut entrepris pour 154,471 dollars.

On commença par vider le canal, mais la boue, accumulée en barrages, maintint au delà de 2 pieds d'eau dans le fond. Il fallut pomper nuit et jour avec plusieurs fortes pompes centrifuges pendant plusieurs mois.

Quand on passa au travail d'approfondissement, ce fut une autre affaire. Les anciennes berges dévalèrent dans la tranchée; tous les ouvrages d'art, culées de pont, etc., se mirent également à descendre ou à glisser. A plusieurs reprises, après une journée de travail où des centaines d'ouvriers avaient excavé, on constata que le fond de la tranchée s'était élevée depuis le matin. Des pilotis battus jusqu'à refus se relevaient de plusieurs pieds en une nuit. Toute surcharge sur les digues les faisait s'en aller et, par exemple, il fut impossible d'employer des excavateurs mécaniques, car les berges ne pouvaient en supporter le poids. Étais, palplanches et pilotis s'obstinaient à vagabonder du jour au lendemain sous la pression latérale des terres, ouvrant ainsi la voie aux berges et même à un hôtel avoisinant.

Ces résultats de la première campagne suggérèrent quelques réflexions aux ingénieurs. L'évacuation des eaux pompées se faisait d'une façon très simple : ces eaux allaient dans le marécage. Mais elles revenaient par infiltration dans la tranchée, ce qui constituait un cercle vicieux. En outre, la sursaturation ne contribuait pas peu à la mobilité du sol. On reconnut la nécessité de se débarrasser définitivement, non seulement des eaux une fois pompées, mais de toutes les eaux du marécage, qu'on se mit à drainer.

Je passe sur toute une série de misères variées; mais il faut pourtant signaler un fait curieux. On avait réussi à mettre sous profil une partie du canal pendant la période d'interruption de la navigation. L'ouvrage

tint quand l'eau fut réintroduite. L'entrepreneur fit venir par bateau les matériaux pour la campagne prochaine et les déposa sur les berges. Quand on mit le canal à sec pour achever le travail, les berges glissèrent de nouveau par la surcharge, en même temps que, par la pression, le fond même du canal se relevait.

Finalement, on eut recours à un moyen héroïque comme coût. Au pied de chaque talus, on battit une ligne serrée de pieux de 30 à 50 pieds de long, de façon à atteindre le sous-sol solide : le gravier; pour empêcher les rangées latérales de pieux de se déplacer vers le milieu de l'excavation, on plaça à des intervalles de 8 pieds, en travers du fond, des poutres allant d'un bord à l'autre; au milieu de sa longueur, chaque poutre était fixée à un pieu battu; la poutre ne pouvait donc pas se déplacer ni se courber vers le haut; pour empêcher également les mouvements latéraux horizontaux, on mit encore au milieu des entretoises. En un mot, on garnit le fond du canal, entre les deux rangées de pieux serrés au pied des talus, d'un grillage de poutres.

Le talus lui-même fut soutenu par des palplanches de 4 pieds à 45°, reposant sur la tête des pieux et formant par conséquent tablier.

Comme il a été dit, l'entreprise comportait 154,471 dollars; en réalité, le travail a coûté près de 607,000 dollars.

« Cette leçon vaut bien un fromage, sans doute », disait le renard au corbeau. Pour 450,000 dollars, on peut également désirer apprendre quelque chose; et plusieurs des ingénieurs ont dégagé la morale de cette histoire. D'après M. G. W. Rafter, c'est le résultat de l'administration de grands travaux publics par la politique. M. E. P. North aurait exécuté l'entrepreneur jusqu'au dernier centime. M. J. G. Tait, par contre, rappelle que le sous-entrepreneur a fait faillite, que le travail final est d'excellente qualité et que le rôle de l'ingénieur n'est pas de pressurer l'entrepreneur pour obtenir quelque chose sans paiement. Mais les deux premiers orateurs avaient encore dit autre chose : l'imperfection des plans, devis et cahiers de charges, l'absence d'une étude systématique préalable du sol par des séries de sondages, et beaucoup de faits analogues. Quand on voit l'entrepreneur demander 3,000 dollars pour drainer plus de 6 milles (9,600 mètres) de marais et toucher 46,000 dollars supplémentaires pour ce seul poste, il faut bien reconnaître que la différence est un peu forte. Le déversement des eaux d'épuisement dans le marais surélevé, pendant qu'on creusait le sous-sol meuble et poreux, représente un tonneau des Danaïdes sur une vaste échelle et en sens inverse. On ne peut qualifier que tout au moins de maladresse, de permettre à l'entrepreneur de surcharger les berges,

surtout après les désagréables leçons qu'on avait déjà reçues. Bref, cela a été, sur toute la ligne, le mépris le plus complet des renseignements que peut fournir la géologie, et une impardonnable impéritie. On voit ce que cela a coûté.

Le passage du travail de M. Landreth qui a trait aux sables boulants est rédigé comme suit (p. 577) :

« A l'état de saturation, l'argile se comportait comme du sable » boulant, et plusieurs personnes lui donnèrent ce nom; mais à la » connaissance de l'auteur, on ne rencontra pas de vrai sable boulant, » c'est-à-dire un mélange de grains arrondis de sable avec de l'argile, » le sable prédominant.

» On rencontra par places un sable pur et fin, que la pression de » l'eau relevait en geysers minuscules et que, à première vue, on » aurait pu prendre pour du sable boulant; mais, d'après l'expé- » rience de l'auteur, le vrai boulant, qui passe à travers des fissures » arrêtant le sable pur, est toujours mélangé avec de l'argile fine. »

A cette définition, M. Allen Hazen en oppose une autre. Le boulant est un sable à grains égaux, sursaturé d'eau. Cette sursaturation a pour effet d'écarter quelque peu les grains et produit par conséquent leur mobilité.

Cette définition diffère de celle de M. Landreth en plusieurs points.

D'abord, l'élément argile est écarté. L'argile a toujours une tendance à se masser; dans certaines conditions, et notamment sous de grandes inégalités de pression, elle peut couler lentement comme une masse pâteuse; mais l'eau ne forme jamais avec elle un mélange intime et homogène, capable de couler par de minces fissures comme un sable boulant. La possibilité de la présence d'une certaine proportion d'argile n'est pas absolument à nier, mais cette présence n'est nullement indispensable, et il serait plus juste de dire que le caractère boulant se manifeste malgré l'argile. Du reste, cette présence même est loin d'être établie en fait. Le plus souvent, les termes minéralogiques sont appliqués par les ingénieurs sur les seuls caractères apparents et sans une étude approfondie. C'est ainsi que l'examen microscopique a permis à M. Hazen de reconnaître comme sable pur des échantillons lui remis comme des mélanges fortement argileux; l'erreur provenait de la petitesse du grain ($0^{mm},04$). L'argile, au contraire, a des particules beaucoup plus petites; elles ne se laissent pas distinguer avec un grossissement de 350 (Hillgard); les plus fines ont un diamètre de $0^{mm},0001$, soit un dixième de micron (Whitney). J'ajouterai que les premières fortes pluies, après une période de sécheresse, amènent dans la rivière Ohio

des particules encore dix fois plus petites, un centième de micron (1); mais on se demande comment des dimensions de cet ordre peuvent être appréciées, même approximativement.

On remarquera, non sans quelque surprise, l'omission, dans la définition de Hazen, de la finesse du grain. Il reconnaît que, généralement, les sables boulants sont les plus fins, mais il déclare expressément que cette condition n'est pas nécessaire et que des sables grossiers peuvent prendre les même allures.

Il en est de même de la régularité de la forme du grain. Alors que Landreth mentionne dans sa diagnose la sphéricité des particules, Hazen prétend au contraire que les grains très anguleux de quartz concassé ou écrasé peuvent avoir la même mobilité.

Ainsi, il y a trois différences par omission : absence de l'argile, caractère chimique; dimensions et forme, caractères physiques.

La quatrième différence est l'addition de la notion de « sursaturation ». On se figure facilement une masse de sable imbibée d'une quantité d'eau insuffisante pour remplir tous les interstices et qui sera alors « non saturée »; imbibée d'une quantité d'eau suffisante pour remplir ces interstices, et alors on aura la saturation; mais il semble évident que c'est là un état-limite, et l'on ne voit pas bien, au premier abord, comment il puisse y avoir un troisième état de sursaturation.

M. Hazen explique sa pensée par un exemple : les filtres à sable dits « mécaniques » ou « américains ». Dans une séance de l'année 1900, je vous ai donné une description sommaire de ces appareils, assez répandus aux États-Unis, pour le filtrage des eaux traitées par l'alun : l'eau est foulée sous pression à travers une couche de sable dans un réservoir en tôle. Le sable se tasse d'une façon tellement compacte qu'il est impossible de pousser un bâton seulement de quelques centimètres dans la masse; la surface garde à peine la trace des pas quand on marche dessus. Par l'accumulation des sédiments, le filtre se ferme et on le nettoie en renversant le courant. Alors la masse semble se distendre, gonfler et n'offre plus aucune résistance à la pénétration. Il est clair que les grains se sont quelque peu écartés les uns des autres, agrandissant les interstices, qui se sont remplis d'eau. Par rapport au premier état de tassement, on peut dire que les grains sont plus ou moins en suspension dans l'eau. On peut concevoir une vitesse ascensionnelle de l'eau, telle que le frottement contre le grain soit égal à son excès de poids dans l'eau : on aura le boulant idéal.

Les vitesses nécessaires pour amener cet état d'équilibre instable du

(1) G. W. Fuller, *Louisville Report*, 1898, p. 62.

grain varient nécessairement avec les dimensions du grain et peuvent être calculées. Le tableau ci-dessous donne ces diverses vitesses en mètres de colonne d'eau débitée par vingt-quatre heures :

Grains de	$0^{mm},50$	250	mètres d'eau par	vingt-quatre heures.
»	$0^{mm},40$	160	»	»
»	$0^{mm},30$	90	»	»
»	$0^{mm},20$	40	»	»
»	$0^{mm},10$	10	»	»
»	$0^{mm},05$	2,5	»	»
»	$0^{mm},03$	0,9	»	»

Les termes supérieurs de cette série comportent des vitesses excessives; mais les dernières vitesses existent sûrement dans la nature. La grosseur du grain qui peut devenir boulant est uniquement fonction de la vitesse du courant d'eau; le sable fin deviendra donc plus facilement boulant; mais le sable grossier peut le devenir aussi, et c'est, je crois, ce qu'on a constaté avec le bruxellien. M. Hazen a donc eu raison d'écarter de sa définition la notion de dimension.

De même, la forme du grain ne peut avoir qu'une influence restreinte. Et quand on réfléchit, on trouve que la sphéricité n'est pas une condition favorisant la mobilité; elle réalise, en effet, pour le maximum de masse, le minimum de surface et, par conséquent, de frottement. Or, un de nos correspondants allemands signale que l'irrégularité du grain, amenant des surfaces d'impact plus grandes, constitue un élément important dans la production de la mobilité.

On peut considérer la notion de sursaturation comme relative; une masse de sable, dont les grains ne sont pas agencés de façon à réaliser le minimum géométrique de porosité, est sursaturée par rapport à cet agencement minimum; elle doit devenir d'autant plus stable et moins mobile qu'elle se rapproche davantage de cet état. Supposons du sable avec grains de $0^{mm},05$ de diamètre en une couche de 3 pieds d'épaisseur et avec une porosité de 42 %, exactement saturée d'eau. Supposons que cette couche se tasse, de façon à réduire sa porosité à 40 %; cela signifie qu'il va y avoir un excès d'eau, que la couche sera dans un état de sursaturation tant que cet excès d'eau ne se sera pas échappé; d'après le calcul, une demi-heure. Voilà donc une couche qui, entre deux états stables, va être boulante pendant un certain temps.

Quelles peuvent être les causes dérangeant l'équilibre primitif pour produire un équilibre plus stable? Quand nous voulons tasser des matériaux meubles, nous imprimons au vase des mouvements de trépidation,

des secousses. Les trépidations peuvent donc transformer du sable convenable en une masse boulante.

Et ce paradoxe se trouve confirmé par les faits. Dans la suite de la discussion, M. North a rappelé un travail de Charles L. Mc. Alpine (1), donnant un exemple de sable devenant boulant, où l'on avait soin de cesser le camionnage et de retirer les ouvriers aussitôt qu'on s'apercevait de quelque mouvement; « il n'y a rien à gagner à continuer le « travail quand il s'agit de cette importante question de donner au sol « le repos nécessaire; après une nuit de repos, pendant laquelle il y a « eu départ de beaucoup d'eau dans les tranchées de drainage, le sol « est de nouveau en bon état, et, pour employer l'expression des « ouvriers, se travaille à la pelle comme de la cendrée. Des mottes de « cette terre, bien cohérentes et paraissant sèches, se mouillent et se « transforment en une masse pâteuse dans les wagonnets qui les trans- « portent, de façon qu'il fallait mettre des hommes supplémentaires « pour vider les tombereaux au lieu de déversement ».

Il est assez curieux de voir M. North citer ces faits, non comme un argument en faveur de la théorie de M. Hazen, mais, au contraire, comme une objection. C'est que l'auteur de 1881, M. Mc. Alpine, insiste sur la nature argileuse du sol. Seulement, on peut se demander s'il n'y a pas ici une erreur analogue à celle déjà relevée par Hazen, et il y a un détail qui porte à le croire. Le sol est décrit comme de couleur grisâtre (couleur de plomb) à l'état naturel, mais presque blanc quand il est bien sec; « il est si complètement exempt de sable qu'il peut être employé à nettoyer l'argent et à le polir ». Ces deux caractères semblent s'accorder beaucoup mieux avec du sable très fin qu'avec de l'argile. Il y a également l'affirmation « que l'agitation cause une rétention plus tenace de l'eau par le sol ». L'explication est probablement la suivante : le sol saturé ne laisse pas suinter l'eau qu'il retient par capillarité; les secousses amènent, comme on l'a vu, la sursaturation et l'eau devient visible. Encore un exemple de la difficulté de bien voir, quand on n'est pas guidé dans l'interprétation par une notion théorique.

Les vues de Allen Hazen forment donc un tout complet et logiquement coordonné et s'accordant bien avec les faits; mais englobent-elles tous les cas? La théorie est-elle exclusive et n'y a-t-il pas des fois où une explication autre que la sursaturation pourrait être admise? Outre M. Hazen, neuf autres ingénieurs ont pris part à la discussion, soit oralement, soit par correspondance; comme il y a au moins une demi-douzaine de points à prendre en considération dans les deux définitions

(1) Transactions Amer. Soc. Civ. Eng., 1881, X, p. 275.

proposées, cela fait $9 \times 6 = 54$ opinions à émettre; dans ces conditions, il est impossible de s'attendre à un accord parfait et des divergences sont inévitables.

Malgré l'intérêt de la plupart de ces communications, généralement basées sur des constatations faites au cours de travaux d'une certaine importance, nous ne pouvons signaler que les points tout à fait saillants et la tendance générale des opinions. Toutefois, en bonne justice, une exception devait être faite en faveur de M. Landreth; il eût été intéressant de voir comment il aurait défendu sa théorie. Mais dans sa réplique, il ne parle que des travaux et des devis; pour les sables boulants, il se borne à dire que la discussion a traité le sujet scientifiquement et pratiquement et qu'elle constitue une addition importante à la littérature spéciale du sujet.

Ce qui a rencontré le plus d'objections, c'est le rôle tout à fait secondaire attribué à l'argile. Mais, quand on examine les arguments, on constate que tout se borne d'ordinaire à l'affirmation du caractère boulant de couches de sable avec beaucoup d'argile. Nous avons déjà vu avec quelle prudence l'on doit accepter les renseignements sur la composition minéralogique du sol, et l'un des orateurs, M. G. Hill, insiste, avec raison, sur les défectuosités de la nomenclature usuelle des ingénieurs, qui se laissent toujours quelque peu influencer, dans leurs appréciations à ce sujet, par ce que dit l'entrepreneur, lequel n'est souvent que l'écho des ouvriers. La plupart des exemples cités à l'appui des objections ne paraissent pas très pertinents; le plus typique est celui que nous avons déjà cité, emprunté par M. North à une ancienne communication de M. Mc Alpine; et cette objection se laisse, sans beaucoup d'efforts et par une interprétation rationnelle, transformer en argument favorable. Néanmoins, il y a lieu de faire remarquer, une fois de plus, que la théorie de Hazen n'a pas pour conséquence nécessaire de dénier le caractère boulant aux sables réellement argileux; il est possible, probable même, que parmi les exemples cités, il y ait réellement des cas de ce genre. Quand il se fait un dépôt régulier et homogène d'argile et de sable, ce dernier élément sera le plus souvent extrêmement fin, plus fin que ne le sont d'ordinaire les sables purs. On comprend bien, dès lors, comment l'un des orateurs, M. Tait, a pu dire que le boulant avec argile est le plus difficile à arrêter; seulement, la cause est dans les dimensions très réduites des éléments et nullement dans une action spécifique de l'argile, dont personne, du reste, ne fait mention. Or, c'est précisément là l'explication à fournir par ceux qui considèrent la présence de l'argile comme nécessaire.

La question de la sphéricité du grain a également été débattue avec une tendance assez marquée à attribuer une certaine importance à la régularité de forme dans la production de la mobilité. M. Owen raconte qu'il a eu à construire une de ces maisons élevées de New-York sur un sable renseigné comme boulant; mais, le sable se montrant anguleux à l'examen, il a risqué de faire des fondations ordinaires, qui ont parfaitement bien tenu; il n'aurait pas osé agir ainsi avec des grains arrondis. M. Tait dit que le boulant à grains anguleux est plus facilement retenu que le boulant à grains arrondis. Mais, dans une lettre, M. Richardson, du laboratoire d'essai à New-York, arrive à la rescousse avec des analyses microscopiques : des sables très boulants sont fortement anguleux. Ces analyses démontrent, en outre, qu'un élément très important est l'égalité de dimensions des grains, comme le porte la diagnose de Hazen et qu'aucun des autres orateurs ne semble avoir relevée. Les sables à grains égaux ont le plus de porosité, parce qu'ils ne possèdent pas de matériaux plus petits pour se loger dans les interstices entre les grains ordinaires; ils renferment donc beaucoup plus d'eau et sont donc relativement plus mobiles.

Le rôle absolument prépondérant attribué à l'eau a donné lieu à certaines réserves. M. North fait observer que la cessation du courant ascensionnel, en permettant au sable de se remettre en place, devrait supprimer le caractère boulant, ce qui n'est certainement pas le cas dans la réalité. Il admet l'intervention de l'eau, « mais les relations » avec la masse terreuse sont mystérieuses dans certains sables bou- » lants; tous deviennent stables en se desséchant, mais parfois il y en » a, surtout ceux qui contiennent de l'argile, qui bougent après qu'ils » semblent secs ». C'est ici qu'il cite Mc Alpine. M. Whinery raconte le cas d'une tranchée de chemin de fer dans l'État d'Indiana, dont le creusement a été arrêté par des sables boulants, très fins, sans argile, saturés d'eau, mais d'eau stagnante; des conditions de niveau ne permettaient pas, du reste, d'admettre de courant ascensionnel; un drainage méthodique eut raison de la difficulté. Mais ici aussi, les opposants ont à leur tour trouvé des contradicteurs. M. Hazen a peut-être eu tort de prendre dès le début le cas extrême d'un mouvement ascensionnel, alors que, dans la nature, ce sont bien plus généralement des mouvements latéraux qui se présentent.

M. Hill a insisté avec beaucoup de raison sur l'importance d'un dégagement dans une situation quelconque qui permet à l'eau de se mettre en mouvement; parlant après M. Owen, il a dit que les fondations sur sable boulant n'offraient aucun danger, pourvu qu'on suppri-

mât tout moyen de dégagement; il a cité le cas d'un bâtiment à New-York qui s'est mis à s'affaisser par le prélèvement d'eau dans des puits, affaissement qui s'est arrêté aussitôt qu'on a cessé de pomper.

M. Cooley estime que le caractère boulant dépend de l'eau plutôt que des qualités inhérentes aux matériaux solides; ce qui l'a surtout porté à accorder une valeur prépondérante à cette cause, c'est qu'il a foncé des centaines de pilotis uniquement au moyen d'un jet d'eau. Il semble que, dans sa pensée, une couche devenant boulante passe par les phases suivantes : un travail de tranchée met à nu une portion de couche sableuse à grains fins, saturée d'eau; il y a asséchement rapide de la portion ainsi exposée, éboulement restreint et crevassement ou faillage exposant de nouvelles portions de surfaces croissantes. Ainsi de proche en proche, des sections de sable arrivent, non par un transport en masse de toute la couche, mais en intéressant graduellement des points de plus en plus éloignés de l'endroit primitif où s'est faite la rupture d'équilibre.

La plupart de ceux qui ont participé à cette discussion ont constaté, et quelques-uns ont déploré le manque presque total de renseignements précis; il n'y a pas eu une voix discordante pour soutenir que tout était pour le mieux dans le meilleur des mondes techniques et que les ingénieurs n'avaient plus rien à apprendre. Y aurait-il de l'exagération à soutenir que les sables boulants font perdre chaque année quelques centaines de millions dans le monde entier? Et quatre-vingt-dix-neuf fois sur cent, on ne sait même pas à quelle substance, sable ou argile, on a affaire; une question que quelques minutes de microscope permettraient de résoudre, ou pour laquelle, quand on veut faire du luxe, on aura recours à une analyse chimique pouvant bien coûter 30 francs. Dans combien de cas, même pour des travaux importants, s'est-on donné la peine de faire déterminer les dimensions des grains; on dit « fin », « très fin », comme l'entrepreneur, comme le terrassier, mais on ne conçoit même pas la possibilité d'exprimer cette grandeur en chiffres concrets. Est-il étonnant que l'on ait des déboires? Dans ce canal de l'Erié, ces déboires ont été exceptionnels, comme les difficultés du terrain et le manque de préparation scientifique. En venant exposer, un peu naïvement, toutes ces tribulations, M. Landreth avait surtout en vue les efforts déployés pour vaincre des difficultés sans cesse renaissantes; mais la discussion a tout de suite porté au cœur même de la question, à la cause de toutes ces difficultés : les faits doivent être constatés avec toute la précision que comportent les méthodes de la science moderne. Le martyre des ingénieurs du canal de l'Erié n'aura

pas été inutile, si la leçon a profité à leurs collègues et à la corporation en général. Même dans les Ponts et Chaussées, l'Église souffrante prépare l'Église triomphante.

M. le *Président* se félicite d'avoir entendu la communication de M. Kemna, dont il apprécie la haute portée générale. Il estime que c'est là une entrée en matières très pratique de l'étude envisagée et qui fait bien augurer de l'avenir.

L'orateur, qui habite la province, étant obligé de quitter la séance, la discussion de sa communication est remise à une prochaine réunion.

M. *Van Ertborn* émet la réflexion que l'exposé des travaux du canal de l'Érié constitue la preuve d'une absence d'expérience pratique assez déconcertante de la part des ingénieurs chargés de ce travail. Il établit une comparaison entre ces travaux et ceux exigés par les fondations de la tour de la cathédrale d'Anvers qui, bien que construite dans le boulant, n'a donné lieu à aucun déboire, par suite des dispositions techniques spéciales prises lors de l'établissement de ses fondations. Le massif de celles-ci constitue d'ailleurs une pyramide rectangulaire tronquée, de fort petites dimensions par rapport au volume de l'édifice qu'elle soutient; l'angle de la pyramide est tout au plus de 45°.

M. *van Ertborn* donne ensuite lecture du travail suivant :

ÉTUDE SUR LES SABLES BOULANTS

ET SUR

LE MOYEN D'EN PRÉVENIR L'INVASION PAR ASSÈCHEMENT PROGRESSIF

PAR

le baron O. VAN ERTBORN.

La question des sables mouvants est toute d'actualité en ce moment.

Tout le monde sait ce qu'on entend par *sables mouvants ou boulants*. Exposons en quelques mots les causes de cette manière d'être des sables.

Les sables résultent de la décomposition des roches; ils peuvent donc être constitués de nombreux éléments. Le quartz est le plus abondant au point de vue minéralogique. Nous ne nous occuperons que de

celui-ci. Les grains de quartz sont souvent mêlés à des grains de glauconie : silicate de fer, qui aurait été fixé par des Foraminifères.

Le pourcentage des grains de glauconie est relativement faible dans nos couches d'âge éocène, mais dans la partie grossière du Diestien et surtout dans les sables à *Pectunculus pilosus* des environs d'Anvers, la quantité de glauconie est si considérable que la couche prend une belle teinte noir verdâtre.

La densité du quartz est de 2.65; celle de la glauconie est moindre; il s'ensuit que ces corps perdent plus d'un tiers de leur poids dans l'eau.

Ce fait est très important dans la question qui nous occupe, comme nous le verrons plus loin.

Les sables sont formés de grains de toutes dimensions, mais généralement de grains uniformes dans la même couche et au même niveau. Il en est dont les grains sont de petits graviers, comme les *grains de riz* de la base du Rupelien inférieur; d'autres sont rudes au toucher, comme les sables bruxelliens; il en est de doux, comme ceux du Ledien. Il est aussi des sables à grains très fins, presque pulvérulents.

Le sable le plus fluide de nos couches tertiaires est le sable vert landenien, recouvert par l'argile ypresienne dans les Flandres, le Brabant et la province d'Anvers ; viennent ensuite les sables de l'Ypresien supérieur, du Rupelien inférieur lorsqu'il est recouvert par l'argile de Boom, puis les sables de l'Éocène et, enfin, le Bruxellien, qui est le moins fluide de tous.

La grosseur des grains joue donc un rôle capital, à conditions égales, bien entendu, car l'abondance et la pression de la nappe aquifère exercent d'autre part une influence des plus considérables.

La mobilité des sables est donc due à l'action de la nappe aquifère qu'ils recèlent; dès qu'ils sont asséchés, ils se maintiennent en parois presque verticales, même ceux qui, à l'état mouillé, sont les plus fluides et les plus fins, tels que ceux de l'Ypresien, que nous avons pu observer dans ces conditions soit à Saint-Gilles, soit dans la brasserie de Koekelberg, au moment où l'on y faisait une grande fouille.

Les interstices dont sont criblés les dépôts sableux renferment de 15 à 30 % d'eau. Cette eau circule dans les pores de la couche avec une vitesse, ou plutôt avec une lenteur variable suivant les dimensions des grains, mais toujours très faible.

Il y a des années, nous fîmes une expérience avec du sable landenien provenant d'un puits artésien, foré à Aerschot ; cette expérience permit de constater qu'il fallait à l'eau trois siècles et demi pour arri-

ver du point d'affleurement le plus rapproché. Celle que nous voyons sourdre du sol à Aerschot, serait tombée dans le Brabant central pendant le règne de Charles-Quint.

Cette circulation de l'eau dans les couches perméables se présente dans deux conditions fort différentes, soit à l'état libre, soit à l'état forcé.

La couche à circulation libre contient la nappe dite *phréatique*, celle qui alimente les puits domestiques.

Lorsque la couche sableuse est comprise entre deux bancs d'argile imperméable, les eaux y circulent à l'état forcé. La sonde, en perçant la couche imperméable supérieure, donne naissance aux sources artésiennes.

On ne peut mieux comparer la nappe phréatique qu'à une rivière circulant à l'air libre et la nappe artésienne ou forcée qu'aux eaux emprisonnées dans les tuyaux des distributions publiques.

Inutile de dire qu'à l'état forcé les couches perméables sont complètement saturées d'eau. Il en est tout autrement lorsqu'elles recèlent la nappe libre.

Les dépôts sableux sont parfois sillonnés de profondes vallées, comme dans les environs de Bruxelles. Ces vallées font office de drain et assèchent les couches perméables. Elles nous offrent alors des coupes superbes, à parois presque verticales, hautes parfois de 15 à 20 mètres.

Lorsqu'on fait une fouille dans une couche sableuse saturée d'eau, celle-ci ne tarde pas à envahir la fouille. En l'épuisant, l'eau afflue davantage, les grains de sable des parois sont entraînés et une partie de leur masse devient fluide.

N'oublions pas que les grains perdent une bonne partie de leurs poids dans l'eau et qu'ils n'ont aucune adhérence entre eux.

L'afflux du sable est d'autant plus fort que les grains sont plus fins et que la pente de la nappe aquifère est plus forte. Des sables argileux, légèrement perméables, peuvent se transformer ainsi en une vraie bouillie.

Dans de grandes fouilles, en épuisant progressivement les sables, on finit par les assécher complètement, mais dans celles de peu d'importance, telles que celles des puits domestiques et des fondations, les sables mouvants présentent souvent des difficultés presque insurmontables en procédant par épuisement.

Il n'en est pas de même lorsqu'on procède sur une vaste échelle.

Les travaux de fortifications, les bassins creusés à Anvers depuis quarante ans, nous ont permis de constater qu'un épuisement lent et progressif asséchait les nappes dans un rayon considérable.

Le bassin de batelage, les bassins *Africa* et *America*, ces derniers creusés à la cote 2, dans les Polders, la fosse de la Cloche à gaz de Zurenborg, voisine du fossé de l'enceinte, ont pénétré de 8 à 10 mètres dans la couche aquifère. Plusieurs d'entre nous ont visité ces travaux et ont pu constater qu'on y circulait parfaitement à pieds secs et que la récolte des Fossiles y était tout aussi facile que dans les sablières des environs de Bruxelles et, enfin, que les parois des fouilles étaient en pentes raides.

La fluidité des sables est donc causée par la dénivellation de la nappe aquifère, qui cherche à reprendre son niveau et qui entraîne les grains avec d'autant plus de facilité qu'ils sont plus fins et plus légers et que la pente de la nappe aquifère est plus forte.

Quant à la forme arrondie ou anguleuse des grains, elle a certainement une influence, mais, d'après nous, elle est loin d'être prépondérante.

Lorsque la couche perméable renferme une nappe forcée, les sables remontent parfois à une grande hauteur. M. Alimanestiano, ingénieur en chef des mines du royaume de Roumanie, a lu une notice au Congrès d'hydrologie de Liége, au sujet de l'ensablement d'un trou de sonde sur près de 200 mètres de hauteur. Les ensablements de 50 mètres ne sont pas rares; ils sont faciles à provoquer et tout aussi faciles à empêcher.

Ainsi, le sable landenien, dont nous avons cité la fluidité, peut être percé sur 8 ou 10 mètres de hauteur, contenu par une colonne de tubage, en une journée, sans qu'il remonte dans le trou de sonde.

En déprimant brusquement la nappe aquifère, on peut faire remonter la base du sable bruxellien de plusieurs mètres, malgré les éléments pondéreux qui la composent.

Il nous est permis de conclure de tous ces faits que l'écoulement de l'eau est la seule cause de la mobilité des sables; lorsque le liquide est au repos, le coulage le long des parois est faible; il devient nul lorsque l'on charge le niveau de la nappe aquifère.

Des trous de sonde peuvent se maintenir, sans colonne de retenue, sur 40 et 50 mètres de hauteur; on peut y faire fonctionner des outils à percussion de 4 à 500 kilogrammes, mus par la vapeur, pour percer les grès lediens, sans qu'il y ait le moindre éboulement, pourvu qu'il y ait surcharge de la nappe aquifère.

Il a été souvent question des sables mouvants dans ces derniers temps, au sujet du raccordement projeté entre les gares du Nord et du Midi à Bruxelles. Le tracé suivrait le niveau perfide des sables ypresiens,

et l'on annonçait déjà l'écroulement d'une partie de la ville et de ses monuments.

Nous connaissons tous les formations géologiques des environs de Bruxelles. Le flanc oriental de la vallée de la Senne est formé, à la partie inférieure, d'argile ypresienne. La carte géologique nous apprend que cette argile est surmontée de sables ypresiens dont la base, un peu sinueuse, suit à peu près la rue du Marais, passant ensuite un peu plus haut que le Passage et la Grand'Place, et va rejoindre le boulevard du Midi à peu près au point où débouche la rue de Constantinople.

Ces sables ypresiens sont très fins, très fluides et, à ce niveau, très imprégnés d'eau; toutefois, la filtration y est fort lente à cause de l'exiguïté des interstices qui séparent les grains.

Ces sables ypresiens sont surmontés d'autres sables beaucoup plus grossiers, désignés sous le nom de sables bruxelliens, que nous connaissons tous. Ces sables sont très aquifères et très perméables; en un mot, les plus aquifères et les plus perméables de la Belgique. Il est rare d'en rencontrer de pareils. Leur base suit à peu près la rue Pachéco, passe un peu plus bas que l'église Sainte-Gudule, puis au pied de la Montagne de la Cour, pour suivre la rue Haute et aboutir à la Porte de Hal.

Les sables ypresiens et une partie des sables bruxelliens sont fortement imprégnés d'eau, et, si l'on ouvrait une tranchée dans les premiers, il se ferait un drainage énergique. Les sables ypresiens ne fourniraient que peu d'eau, si celle-ci ne devait que filtrer dans leur couche, mais il y aurait partout une alimentation d'eau verticale, provenant des sables bruxelliens. Cette venue d'eau serait certainement des plus abondantes.

M. Daubrée, dans son remarquable ouvrage sur « Les eaux souterraines », nous dit (1), en parlant de Bruxelles et de ses environs : « Les puits d'une profondeur atteignant 35 mètres sont alimentés par » une nappe d'eau que soutient l'argile compacte éocène (ypresienne). » D'après les études de M. Verstraeten, cette couche aquifère existe » sans interruption; on la voit affleurer au fond des vallées sous forme » de suintement et de sources qui donnent naissance à des ruisseaux, » des étangs et des rivières.

» Lorsqu'on passe d'une vallée à une vallée voisine, par exemple » lorsqu'on traverse Bruxelles, de la Senne au Maelbeek, on reconnaît, » d'après le niveau de l'eau des puits, que la surface supérieure de la » couche aquifère s'élève constamment dans le sous-sol jusque sous » le plateau pour descendre ensuite vers le Maelbeek.

(1) Tome I, pp. 29 et 30.

» Cette surface supérieure est convexe et sa forme détermine le » partage des eaux de source alimentant les deux vallées. Dans la » vallée de la Senne, la nappe d'eau est découverte à la cote 14; » dans le Parc elle atteint la cote 49; à proximité de la place de la » Société Civile elle s'élève à la cote 51 ; elle revient au jour au Mael- » beek à la cote 46, pour former l'étang du Jardin zoologique (1). »

En consultant la « carte topographique et hydrographique de l'Entre-Senne-et-Dyle », œuvre des plus remarquables de notre confrère et ami M. Verstraeten, nous voyons que du Parc au pied de la pente, soit sur un parcours de 800 mètres environ, la nappe aquifère s'infléchit de 35 mètres ou de 44 millimètres par mètre, ce qui est énorme.

On se demandera peut-être comment ces eaux ne se font pas jour à la surface. Il y avait jadis des sources, peu considérables il est vrai, dont quelques-unes existent encore, mais la nappe liquide presque tout entière traverse les dépôts quaternaires qui recouvrent en stratification transgressive les couches tertiaires, les éboulis, les remblais, dont la puissance doit être assez considérable. Elle se déversait jadis dans la Senne, et depuis son voûtement elle s'épanche dans la couche de cailloux très perméable qui forme la base des dépôts quaternaires dans le fond de la vallée.

Il ressort à l'évidence de ces faits, que si l'on ouvrait une tranchée dans les sables ypresiens, il y aurait une venue d'eau et de sable dont les mésaventures du Maelbeek ne peuvent donner qu'une faible idée.

On pourrait, il est vrai, congeler la partie orientale de la tranchée; mais rien ne nous dit que cette muraille artificielle serait en état de résister à la poussée des sables. Le premier mur de quai à Anvers n'a-t-il pas fléchi un peu par la poussée des sables imprégnés d'eau emmagasinés derrière lui, et cependant ce mur a 11 mètres de base.

La muraille de glace ne sera certainement pas aussi résistante et la poussée sera bien autrement forte qu'à Anvers.

Enfin, la muraille de glace aurait pour base l'argile ypresienne. Cette argile est exceptionnellement diluable dans l'eau. Le système de sondage que nous employons nous l'a démontré au moins cent fois.

Si l'on avait affaire à l'argile de Boom ou à l'argile glauconifère, telles qu'on les rencontre dans le sous-sol de la province d'Anvers, celles-ci offriraient une bien plus grande sécurité.

Se figure-t-on une fuite, produisant bientôt une brèche, un vrai cataclysme. Que l'on ne perde pas de vue l'accident de l'écluse du

(1) Actuellement le Parc Léopold.

Kattendyk, à Anvers, qui s'est produit dans des circonstances à peu près analogues.

Il est toujours dangereux d'attaquer un ennemi puissant de front, il vaut mieux le tourner; tel est, pour nous, la véritable solution du problème.

Que l'on assèche les sables, ils se maintiendront parfaitement, et les travaux s'exécuteront avec la plus grande facilité.

Les nombreux travaux de fortifications à Anvers, le bassin de batelage à Anvers, les bassins *Africa* et *America*, creusés en plein Polder; la fosse de la Cloche à gaz, à Zurenborg-Anvers, déjà cités, n'ont-ils pas été creusés dans des sables exceptionnellement aquifères que l'on avait asséchés *progressivement* jusque 8 et 10 mètres de profondeur; les sables, qui primitivement étaient mouvants comme l'eau, finissaient par se maintenir en parois presque verticales, malgré le voisinage du fleuve ou des fossés de fortifications, remplis d'eau. Le fond des excavations était parfaitement sec et l'on y circulait facilement, comme nous l'avons déjà dit.

La solution du problème consiste donc dans l'assèchement des sables; le résultat n'est pas bien difficile à obtenir.

Examinons la topographie des lieux : les vallées de la Senne et du Maelbeek se rejoignent près de la station de Schaerbeek, où la colline qui les sépare se termine en biseau. La carte géologique nous montre les sables ypresiens affleurant en sous-sol jusqu'à la place Jourdan, c'est-à-dire sous le parallèle du Palais de Justice. Le grand axe de la colline est dirigé nord-sud.

La nappe superficielle ne peut donc être alimentée dans la zone occupée par les sables bruxelliens que par les pluies tombant sur la surface du Parc et du jardin du Palais royal; tout le reste des eaux pluviales disparaît par ruissellement.

La nappe phréatique ne profite donc que d'une superficie d'une vingtaine d'hectares tout au plus, tout le restant des eaux doit donc lui arriver par infiltration du côté sud, dans la direction de la plaine de Ten Bosch.

La surface occupée par les sables bruxelliens, au nord du parallèle de la porte de Hal, forme un triangle ayant 2 kilomètres de base et 4 kilomètres de hauteur, soit très approximativement 400 hectares, dont la moitié tout au plus serait à assécher, soit la zone s'épanchant du côté de la Senne.

Un travail de l'espèce ne serait pas bien dispendieux ni bien difficile à exécuter, surtout si on le compare aux résultats à obtenir.

Il y aurait lieu de faire d'abord une expérience préparatoire.

On foncerait dans le Parc un puits de 2 mètres de diamètre, revêtu d'un cuvelage en tôle. On l'entourerait, dans un rayon de 100 à 200 mètres, de quelques petits puits de $0^m,20$, de diamètre. On repérerait ensuite les niveaux de la nappe aquifère.

La surface du puits de 2 mètres de diamètre étant de $3^m,14$, on pourrait en extraire facilement 2 mètres cubes d'eau par minute (1).

On constaterait dans les puits secondaires la dépression rapide de la nappe aquifère et la surface de la zone influencée.

L'expérience étant concluante, il y aurait lieu d'établir un certain nombre de puits d'exhaure, parallèlement au tracé.

Les fouilles diverses faites à Anvers asséchaient le sol dans un périmètre considérable ; le drainage de la forêt de Soignes produit souterrainement des résultats analogues. La galerie filtrante des eaux de Liége fait sentir son influence dans une zone de 4 kilomètres de large et son débit a diminué de beaucoup. Tous ces faits sont de notoriété publique. Les nappes libres s'assèchent donc facilement.

Les nappes forcées, dont l'alimentation se fait dans des conditions plus favorables, ont leur niveau fortement influencé par les puits artésiens. Le débit du puits de Grenelle, à Paris, fut sensiblement diminué par le forage du puits de Passy. A Londres, de nombreux puits artésiens ont fortement abaissé le niveau des nappes artésiennes. Il en est de même à Bruxelles, où, sur quelques points, il a fléchi de 20 mètres.

Les mines d'Anzin ont pour ainsi dire asséché une nappe forcée : le célèbre *torrent*. La surface de cette nappe aquifère est de 26 $^1/_2$ kilomètres carrés et son épaisseur moyenne de 9 mètres; on n'y puise plus que 200,000 mètres cubes par an (2), ce qui est fort peu ; il est des puits artésiens à Bruxelles dont, en pompant, on extrait le double annuellement.

Comme conclusion, nous nous permettrons de dire que si l'asséchage du promontoire entre Senne et Maelbeek n'était même pas complet, les travaux seront certainement facilités dans des proportions considérables et que de sérieux mécomptes seront ainsi évités.

M. *Van den Broeck* fait remarquer le rôle prépondérant de la *vélocité* — et surtout de la *force ascensionnelle* — du *mouvement véhi-*

(1) Les puits forés de la brasserie de la Chasse royale plongent dans le Bruxellien, l'un a $0^m,50$, l'autre a $0^m,70$ de diamètre. On y puise, sans qu'il y ait entraînement de sable, 200 litres par minute et par puits, d'une manière continue.

(2) DAUBRÉE, *Les eaux souterraines*, t. I, p. 87. De 1856 à 1868, on a pompé 10,228,000 mètres cubes; on ne puise plus à présent que 200,000 mètres cubes par an.

culatoire de l'eau, dans *les caractères différentiels* que paraît présenter le « boulant », dont il semble exister DEUX TYPES assez distincts. Le boulant *des eaux ascensionnelles*, telles que celles des nappes captives rencontrées par les puits artésiens, paraît pouvoir se distinguer physiquement du boulant *des nappes phréatiques* rencontrées dans les travaux de fouille et de fondation. Ces dernières eaux sont animées d'un mouvement descendant ou rarement ascensionnel et pouvant comme tel agir sur une certaine hauteur verticale; aussi, pour cette cause, n'aident-elles en rien, ou seulement dans une faible mesure, au phénomène de *suspension* et d'*écartement* des grains sableux; ceux-ci, au contraire, noyés et isolés les uns des autres au sein des eaux du type ascensionnel, s'y maintiennent sous forme d'une *véritable émulsion*, où les matières solides, tant par la *perte de poids* que par la *suppression* de la cohésion dues aux *forces capillaires*, deviennent en quelque sorte un élément *inerte* ou négligeable, annihilé pour ainsi dire au sein des eaux qui affluent, sans cesse en mouvement et constamment renouvelées. Ainsi s'expliquent fort aisément l'hétérogénéité générale et aussi les dimensions minimes de certains des sédiments constituant le boulant des nappes phréatiques, en opposition avec l'homogénéité relative, le classement plus régulier et les plus grandes dimensions des grains sableux que peuvent mettre en mouvement, sous forme de boulant, les eaux des nappes jaillissantes ou captives, c'est-à-dire à déversement ascensionnel.

M. Van den Broeck se propose de développer ultérieurement cette manière de voir, dont il s'est borné pour le moment d'exposer l'énoncé sommaire, qui lui paraît appelé à expliquer les prétendues contradictions et divergences de constatations signalées au cours de l'intéressant exposé de M. Kemna.

M. *van Ertborn* a observé, rue Ten Bosch, qu'en imprimant une certaine vitesse à l'eau, on a fait remonter le Bruxellien de 5 à 6 mètres, malgré la grosseur de ce sable, l'un des plus réfractaires à la formation du boulant.

M. *Van den Broeck*, comme suite à ce qu'il vient de dire précédemment, et d'accord en cela avec les déclarations de l'intéressante lettre de M. Lang, lue à la séance du 15 janvier dernier, fait observer qu'il n'y a d'autre limite à la grosseur des particules solides amenées par des eaux ascensionnelles que celle de la vitesse des eaux d'entraînement. Il rappelle à ce sujet le curieux type projeté de bateau dragueur automatique, dont un appareil de démonstration a figuré à l'Exposition de 1880, à Bruxelles. C'était un bateau dont la cale, percée, était tout

simplement munie d'un tube affouilleur descendant, dont l'extrémité inférieure allait atteindre le dépôt de gravier fluvial à draguer. Sous l'action de la différence de pression atmosphérique existant entre la surface de la rivière et le niveau supérieur du tube dans la cale du navire, l'eau remontait violemment dans le tube, entraînant dans son ascension les graviers, qui se déversaient dans la cale aussi longtemps que la différence des pressions se maintenait suffisante. Le travail de dragage s'opérait ainsi automatiquement. On arrivait de cette manière à constituer une sorte de boulant graveleux et caillouteux, uniquement dû à la véhiculation rapide dans le tube, des eaux de la rivière, rendues ascensionnelles.

M. *Rutot* rappelle le point de la communication de M. *Kemna* relatif à la sursaturation, et il explique que les nombreux sondages qu'il a pratiqués pour le service de la Carte géologique lui ont permis de s'en rendre compte. C'est ainsi qu'il a pu constater assez souvent que si l'on prélève un échantillon de sable, celui-ci, qui arrive à l'état humide, ne paraît nullement mouillé; mais si l'on imprime à la masse des grains sableux réunis sur la main un mouvement de translation avec trépidation, on la voit se former en boule et se couvrir d'eau; elle est alors réellement *mouillée*, car, si on la jette, elle laisse des traces très sensibles d'eau dans la main. Conséquemment si, par un petit mouvement de trémulation, une minime quantité de sable peut se dégorger d'eau, le tassement d'un amas considérable de grains irréguliers doit amener la sursaturation.

MM. *van Ertborn* et *Simoens* partagent cette manière de voir et signalent qu'elle s'appuie d'expériences concluantes, que chacun peut faire sur nos plages.

M. *Rutot* estime que l'existence de sable à grains absolument sphériques est purement théorique; chacun sait que les sables du pays sont généralement à grains irréguliers et polyédriques. Toutefois, il y aurait lieu de faire l'examen au microscope des principaux d'entre eux, de manière à permettre la détermination d'une échelle de grosseur des grains.

M. *Van den Broeck* a souvent fait, au cours de ses sondages pour le levé de la carte géologique, des observations montrant combien la mise en *mouvement* de l'*eau* est directement en rapport avec la production de l'*état boulant* du sable.

Lorsque la sonde portative spéciale dont il se sert pour ses recherches rencontre des limons, même très aquifères, des glaises, des sables argileux, etc., on n'éprouve, malgré la résistance due à la pression atmo-

sphérique, qu'une peine fort minime à retirer la sonde. La vrille, chargée de limon ou d'argile formant bouchon, se détache à l'aide d'un effort relativement minime, et les résistances sont toujours faciles à vaincre.

Mais lorsque l'outil est descendu quelque peu au sein de sables aquifères purs et très noyés d'eau, il devient parfois, à cause du tassement du sable et de la compression que l'on produit en voulant retirer la sonde, impossible absolument de la faire remonter par traction directe. On ferait vainement opérer cette traction par une nombreuse équipe, par des chevaux même, que rien ne bougerait. La facilité d'accès dans le sable, si grande à l'entrée de l'outil, contraste étrangement avec cette résistance à la sortie, causée par le tassement qu'opère tout effort énergique de traction de bas en haut. Or, ces résistances, qui ont souvent étonné et désespéré les débutants en matière de sondage à main, sont très faciles à vaincre par un *truc* utile à connaître. Pour transformer la masse dure et tassée des sables, que ne peut déplacer la traction directe, en une *émulsion fluide*, qui est l'ÉTAT BOULANT, et dont la sonde se dégage alors aisément, il suffit de provoquer, à l'aide de tractions et de poussées rythmées de la sonde et se succédant rapidement, un mouvement vertical de va-et-vient qui, d'abord *insensible*, vu le tassement sableux initial, ne tarde pas à s'accentuer. On sent la sonde se libérer peu à peu et bientôt toute la masse dure, résistante et tassée, se transforme en *un boulant fluide*, dont il devient facile de dégager l'appareil si l'on continue le va-et-vient de la vrille avec persistance jusqu'au moment où la traction directe est devenue possible.

Le motif pour lequel, d'après M. Van den Broeck, le sable est passé d'un état à un autre et est *devenu boulant* est tout simplement l'action des secousses continues et de plus en plus amples qui ont mis l'*eau en mouvement* au sein du dépôt sableux. En produisant bientôt la mise en suspension des particules sableuses dans cette eau en mouvement, cette action a fait perdre au dépôt la forte résistance qui, combinée dans l'état de repos avec le tassement dû à l'effort du retrait de l'instrument, provient de la cohésion des grains, réunis à la fois par la gravité, par la tension capillaire et par l'impossibilité où se trouve ainsi l'eau de dissocier l'amas de grains solides, asséchés et pressés par la traction directe de bas en haut.

C'est donc bien *la mise en mouvement* de l'eau et *l'état de suspension* des grains sableux dans celle-ci, causé par les secousses alternantes, qui a transformé un sable tassé, dur et résistant, en un sable *fluide et boulant*.

M. *Delecourt-Wincqz* pense que le phénomène de résistance du sable signalé par M. *Van den Broeck* serait simplement dû à la pression atmosphérique, dont la force de succion serait ensuite vaincue en rendant le sable boulant. Toute la théorie de ces sables peut se résumer à ceci : l'eau contient en suspension des corps excessivement mobiles participant au mouvement de circulation aquifère. Conséquemment, pour les travaux à exécuter dans le boulant, il suffit de produire un dégagement latéral des eaux en mouvement.

M. *Putzeys*, relativement à la résistance au retrait de la sonde, dont a parlé M. *Van den Broeck*, fait observer que le procédé employé pour effectuer ce retrait s'explique par ce fait que les coups donnés sur la sonde provoquent une intervention de l'air atmosphérique et diminuent par conséquent graduellement la pression de celui-ci. M. Putzeys croit même que si l'on pratiquait un trou au milieu de la sonde, cette résistance serait vaincue.

M. *van Ertborn* ne partage nullement cette manière de voir. Il a constaté les mêmes phénomènes que ceux signalés par M. Van den Broeck, et ce quand il employait précisément le dispositif des *sondes creuses* dont vient de parler M. Putzeys. D'après lui, on ne peut nullement attribuer à la pression atmosphérique la résistance des sables autour de la vrille, retenue immobilisée pendant le mouvement direct de retrait dans un sable aquifère tassé.

M. *Van den Broeck* fait observer en outre que cette opinion de MM. Delecourt-Wincqz et Putzeys ne peut être soutenue en présence du *fait avéré* que ni glaises ni limons — formant, encore bien mieux que les sables, bouchon compact lors du retrait de la vrille — n'amènent de résistance pareille à celle du sable aquifère. Lorsqu'on retire brusquement ces bouchons d'argile ou de limon glaiseux, on entend parfois un coup d'air, une sorte de petite détonation accompagnant la brusque rentrée d'air, et il est facile de juger dans ce cas, où seule la pression atmosphérique est nettement en jeu, qu'elle offre une résistance pour ainsi dire *négligeable* aux efforts de traction du sondeur. Cette résistance, due à la pression atmosphérique, est pour ainsi dire nulle par rapport à l'*énorme et déconcertante résistance du sable tassé, comprimé* (et par conséquent expurgé d'eau autre que son eau de capillarité) que la sonde cherche vainement à ramener, dans l'acte de *retrait direct*, à la force des bras. Toute résistance est au contraire vaincue dès que le mouvement de va-et-vient a mis l'eau *en circulation* et provoqué sa rentrée abondante entre les grains sableux, bientôt mis en suspension et n'opposant plus alors aucune base de résistance. La pression atmosphérique,

qui a continué d'agir, aussi bien pendant le retrait par chocs que pendant l'essai de retrait par traction directe, n'intervient *pour aucune part sensible* dans les résistances d'abord subies, ensuite vaincues dès la mise en mouvement de l'eau.

M. *Delecourt-Wincqz* rapporte, en ce qui concerne le dragage automatique auquel vient de faire allusion M. *Van den Broeck*, les phénomènes réellement extraordinaires constatés en Roumanie lors du creusement d'un puits à pétrole de très grand diamètre et de 350 mètres de profondeur; en une nuit, le sable le bouchait complètement, était remonté au dessus de l'orifice et formait un cône au-dessus du puits artésien.

En matière de boulant, c'est donc l'eau qui donne de la mobilité à la partie solide et qui permet ainsi d'enlever toute espèce de matériaux, suivant le degré de vitesse de l'élément liquide.

Appel aux membres au sujet des « échantillons » et de la Bibliographie du « boulant ».

M. *Van den Broeck* fait appel à ses collègues pour obtenir des *échantillons de divers types géologiques et lithologiques* de « boulant », afin d'en permettre l'étude comparative.

Il annonce que notre confrère M. *Bleicher*, de Nancy, micrographe des plus compétents, se propose de procéder bientôt à l'examen au microscope des échantillons qu'il lui a déjà envoyés et dont notre collègue désire voir s'augmenter le nombre.

Il demande aussi que chacun, dans la limite de ses moyens, veuille bien fournir également tous les renseignements propres à assurer l'établissement et la publication, sous les auspices de la Société, d'une *Bibliographie* aussi complète que possible du « boulant » et de tout ce qui s'y rapporte.

Cet appel s'adresse spécialement à nos collègues *de l'étranger* qui, ne pouvant assister à nos séances du « boulant », trouveront ainsi le moyen, dont nous leur serons très reconnaissants, de montrer l'intérêt qu'ils prennent à nos recherches et à nos études d'intérêt général.

Comme la question du « boulant » a dû se poser maintes fois en de nombreux pays, il n'est pas douteux que les sources de cette *Bibliographie* soient géographiquement très étendues, et ce n'est qu'avec le bienveillant concours de tous que l'on peut espérer arriver à réunir les éléments d'une publication un peu complète, à laquelle tout le monde pourra trouver grande utilité.

Les recherches de MM. Marboutin et Schloesing au sujet de l'étude des eaux potables.

Profitant du grand nombre de nos collègues assistant à la séance de ce jour (une cinquantaine), M. *Van den Broeck* croit utile, avant la clôture de la séance et au risque de s'écarter quelque peu de l'ordre du jour, de signaler à leur attention le vif intérêt pratique des recherches, peu connues chez nous, de MM. *Marboutin* et *Schloesing*, de Paris. Ces recherches ont trait à la question des eaux potables et à l'étude scientifique des problèmes qu'elles présentent.

Grâce à l'emploi d'un type de fluoroscope spécial, représentant une modification du fluoroscope Trillat, et grâce aussi à l'emploi d'une fluorescéine extrêmement diluable, M. *Marboutin,* chef adjoint du Service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris, est parvenu à étudier la vitesse de propagation des eaux souterraines, non seulement dans les terrains fissurés, mais dans des terrains sableux aquifères.

Il est parvenu ainsi à dresser des courbes, appelées *isochronochromatiques* par M. *L. Janet*, permettant d'apprécier les diversités d'allure et de rapidité de la véhiculation souterraine des eaux.

L'avantage du dispositif, très simple, employé par M. *Marboutin,* est que l'emploi de la fluorescéine révélatrice n'est même pas soupçonné par les propriétaires des sources et des puits soumis aux expérimentations. La coloration des eaux n'est, en effet, pas modifiée à l'œil nu, alors que le fluoroscope *Marboutin* permet de déceler la dilution de la substance colorante à *un dix-milliardième*.

M. *Van den Broeck* vient de faire l'acquisition d'un de ces appareils, qu'il mettra à la disposition de son collègue M. *Putzeys*, ingénieur en chef des travaux de la Ville, afin que des expériences puissent être faites dans la nappe phréatique de nos sables bruxelliens.

M. *Van den Broeck* annonce également que M. *Marboutin* a bien voulu promettre, pour la Société, une Note détaillée sur ses expériences et constatations.

Passant ensuite aux études de M. *Th. Schloesing*, directeur de l'École d'application des Manufactures de l'État, à Paris, M. *Van den Broeck* signale l'intéressante synthèse de ses recherches sur la proportion des nitrites dans les eaux soit courantes, soit de ruissellement, soit de sources. La résultante de ces recherches, que M. *Putzeys* a bien voulu

promettre de résumer pour notre *Bulletin*, est que l'étude de ces nitrites contenus dans les eaux de sources permet, chose particulièrement importante dans les régions calcaires ou rocheuses fissurées, de déterminer si une eau de source est chargée d'apports d'infiltration superficielle ou d'eaux circulatoires souterraines, non élaborées et filtrées efficacement par le sol, ou bien si elle est pure, et si elle a subi une élaboration et un filtrage souterrain permettant de la considérer, en toute sécurité, comme eau alimentaire. Bien entendu, ce mode d'investigation ne dispense nullement, dans la plupart des cas, de l'examen géologique, bactérioscopique et chimique complet; mais il paraît avoir une réelle valeur par lui-même et, en tout cas, il constitue, par ses données confirmatives, une preuve, aisée à obtenir, des conclusions de l'ensemble de ces recherches. Il y a là une voie nouvelle des plus intéressantes, qui ne peut manquer d'attirer l'attention de tous ceux qui s'occupent de l'importante question *des eaux alimentaires*.

La séance est levée à 10 h. 40.

SÉANCE SPÉCIALE DE LA SECTION DU GRISOU DU 27 MARS 1901 (1).

Présidence de M. **Rutot**, *Président.*

La séance est ouverte à 5 h. 10.

Correspondance :

M. le *Secrétaire général* donne lecture d'une lettre de M. *Kotsowsky*, dans laquelle le savant professeur de l'Institut des mines de Saint-Pétersbourg nous annonce qu'au Congrès des mines de Paris, en 1900, il a exposé son projet d'organiser, dans les mines grisouteuses du Donetz, toute une série d'observations, comprenant l'étude des corrélations microsismiques.

A la suite de cet exposé, il a fait adopter sa proposition d'organiser périodiquement, dans quelque centre européen approprié, un Congrès minier ayant pour but de s'occuper des accidents du travail et tout spécialement d'une étude internationale dirigée contre les *accidents grisouteux*.

L'examen des résultats obtenus par l'étude du grisou et l'élaboration de nouveaux programmes d'études seraient à l'ordre du jour de ces Congrès internationaux.

M. Kotsowsky dit avoir suivi avec intérêt les voies nouvelles, ou peu connues, qu'a décidé d'explorer notre Société. Cette étude, que poursuit la Société belge de géologie, de rechercher les relations pouvant exister entre les phénomènes grisouteux et certaines manifestations sismiques ou microsismiques, paraît à M. Kotsowsky une innovation heureuse,

(1) Vu le caractère d'urgence de la publication de ce Procès-Verbal, il est inséré dans le recueil des Procès-Verbaux de 1901 *avant* celui de la séance mensuelle du 19 mars, dont un document, nécessaire pour l'impression, n'est pas encore rentré au Secrétariat.

qu'il ne demande pas mieux que d'appliquer de son côté à certains bassins houillers grisouteux de Russie, et il demande quelques éclaircissements au sujet de notre programme d'étude.

M. Kotsowsky exprime le désir que le premier Congrès se tienne en Belgique à l'occasion des recherches de la Société et qui, sans doute, à cette époque, seront entrées dans une phase pratique. Un tel Congrès pourrait peut-être avoir lieu en 1904 et coïncider avec l'Exposition projetée à Liége, où l'on pourrait se réunir à cet effet.

Trois ans plus tard, la Session aurait lieu en Russie, à Kharkoff, où bon accueil sera réservé aux spécialistes belges qui voudront bien se rendre à cette Session et l'honorer de leurs travaux.

M. Kotsowsky demande si la Société belge de géologie peut se charger de l'organisation d'un tel Congrès en Belgique et s'occuper, outre de la question des corrélations grisouto-sismiques, de l'importante question des accidents du travail.

Van den Broeck fait connaître qu'il a été répondu à M. *Kotsowsky* pour le remercier de l'intérêt qu'il prend aux travaux de la Section et pour lui demander si le siège du prochain Congrès international projeté pour l'étude du grisou ne devrait pas plutôt être établi à Bruxelles, ou à Mons, c'est-à-dire à proximité des lieux choisis pour les expériences et études grisouto-sismiques organisées par la Société et, de préférence, au siège social de celle-ci. La date et même le principe de la réalisation de l'Exposition projetée à Liége, que visaient M. Kotsowsky en proposant cette dernière ville comme siège éventuel du Congrès, sont des éléments jusqu'ici fort *aléatoires* et ne pouvant être pris en considération d'une manière assurée.

Il a aussi été répondu que, pour ce qui concerne l'étude des *accidents de travail*, cet ordre d'idées ne pouvait entrer dans les attributions de la Société, mais que des démarches seront faites auprès de l'Administration des Mines, pour qu'elle veuille bien se charger de l'organisation de cette partie du Congrès projeté.

Aucune réponse n'étant jusqu'ici parvenue de la part de M. *Kotsowsky*, M. *Lagrange* est invité à se mettre en rapport avec lui au sujet des questions soulevées dans la lettre résumée ci-dessus.

RAPPORT

RELATIF A

LA CRÉATION DE STATIONS SISMIQUES

POUR L'ÉTUDE DES CONDITIONS DE DÉGAGEMENT DU GRISOU

PAR

E. Lagrange,
Professeur de physique à l'École militaire.

A la suite de ses réunions de juillet et d'août 1900, notre Commission technique a bien voulu me charger d'étudier la possibilité de la création d'une Station sismique dans les profondeurs du charbonnage de l'Agrappe, en la combinant avec celle d'un poste à installer sur un massif assez voisin, non entamé par les travaux miniers, et dont les données serviraient en quelque sorte de terme de comparaison. L'emplacement approximatif, choisi sur la proposition de M. Jules Cornet pour cette station superficielle, était situé dans le bois dit de Colfontaine. Ce bois, assez vaste, forme en quelque sorte un enclos que l'industrie houillère a respecté et qui sépare les charbonnages de Wasmes, du Grand-Hornu, etc., de la région agricole du nord. Il s'agissait donc d'examiner les deux points que nous venons d'indiquer.

Une visite faite à M. Isaac, directeur du charbonnage de l'Agrappe, m'a permis de résoudre la première. M. Isaac veut bien promettre à la Société de géologie son appui le plus complet pour l'aider à exécuter le projet qu'elle patronne; non seulement il nous offre un local approprié aux expériences projetées, mais il a bien voulu nous promettre le concours de ses ingénieurs pour l'exécution du travail journalier. Je dois ajouter que le charbonnage de l'Agrappe se présente dans des conditions exceptionnellement avantageuses au point de vue de l'installation au fond d'un enregistreur photographique. On sait combien la question lumière est importante dans l'exploitation des

mines et surtout dans celle des mines grisouteuses; or, à l'heure actuelle, on utilise à l'Agrappe une lampe à incandescence portative, alimentée par accumulateurs. Dans ces conditions, la production de la lumière n'est plus pour nous un problème, et du coup une question difficile est résolue.

M. Isaac m'a fait connaître aussi que l'Administration des Mines et lui-même étaient d'accord pour installer, à l'Agrappe, un laboratoire pour l'étude du grisou; de plus, que ce laboratoire allait être édifié très prochainement. Ces conditions sont en quelque sorte les plus favorables que l'on puisse rêver pour l'étude d'une thèse relative aux relations entre les dégagements de grisou et les phénomènes sismiques. La lettre ci-jointe de M. Isaac (1), qu'il m'adressait il y a quelques jours, est l'expression de ses sentiments dévoués à l'égard des projets de la Société de géologie. La première question peut donc être considérée comme tranchée, d'autant plus que l'appui de l'Administration des Mines nous est acquis; j'ai eu, il y a quelques jours, un entretien à ce sujet avec M. Harzé, l'éminent Directeur général des Mines.

Il m'a confirmé l'intention de l'Administration des Mines d'établir à l'Agrappe un laboratoire d'études du grisou, où se feront, outre des recherches spéciales, les dosages journaliers de ce gaz.

La direction technique de ce laboratoire pourra nous apporter un concours précieux dans l'accomplissement de la tâche scientifique que nous nous sommes proposée, et, en outre, nous pouvons espérer l'aide pécunière du Gouvernement. La décision gouvernementale au sujet de cette nouvelle création n'est pas douteuse, quoiqu'elle n'ait pas encore été prise effectivement; mais probablement, d'ici à un mois, on pourra définitivement mettre la main à l'œuvre.

Arrivons maintenant au second point : l'installation du bois de Colfontaine.

Sur les conseils de M. E. Van den Broeck, j'ai été voir, dans ce but, M. Cornet, professeur à l'École des Mines de Mons, géologue dont les études se sont portées en même temps et sur le bassin houiller et sur les phénomènes sismiques dont notre pays pourrait être le siège.

Nous avons dit plus haut les motifs qui avaient amené les membres de la Commission à proposer la création d'une station de comparaison dans le bois de Colfontaine. Examinons de plus près la situation. Le bord sud du bassin houiller franco-belge est déterminé par la *grande faille*, ou *faille eifelienne*, qui passe précisément dans le bois en ques-

(1) Déposée sur le bureau.

tion. Les schistes gedinniens (devoniens) ont été, par la même cause qui a déterminé cette faille, repoussés au-dessus d'assises renversées, devoniennes et carbonifères, qui surmontent donc les couches du terrain houiller. Il en résulte qu'une verticale, menée par un point situé un peu au nord de la faille eifelienne, rencontre d'abord ces assises renversées devoniennes, et ensuite retrouve les couches houillères comprises entre la grande faille et la faille limite plus au nord, couches houillères qui, comme on le sait, sont extrêmement tourmentées. En s'établissant sur ces couches renversées, on ne semble donc pas avoir choisi un sol beaucoup plus stable que le terrain houiller lui-même. Il paraît préférable, dans ces conditions, de s'établir directement sur les terrains plus anciens (schistes gedinniens) que l'on rencontre au sud de la faille. Ces schistes reposent en effet sur les *phyllades cambriens* appartenant aux plus anciennes assises du globe. L'expérience d'ailleurs nous enseigne que les roches anciennes et compactes du globe sont soumises à des mouvements moins énergiques que les roches recouvrantes, moins compactes; citons à cet égard quelques exemples probants. Lors du tremblement de terre de Mendoza (1861), le Dr Forbes (*Geolog. Society of London*, 10 avril 1872) constata que la plaine alluviale, puissante de 9 à 13 mètres, fut crevassée, tandis que le roc sous-jacent ne le fut pas. Lors de la catastrophe d'Ischia (1883), Leucco, assis sur le trachyte, fut beaucoup moins éprouvé que Casamicciola établi sur des tufs argileux supérieurs, sur les flancs du volcan l'Epoméo. A Lisbonne (1755), les habitations construites sur le calcaire et sur le basalte ont résisté; celles qui reposaient sur des assises tertiaires ont été détruites.

Les soixante-quatorze tremblements de terre étudiés par M. Fuchs (1865 à 1873) dans la région des Alpes allemandes se sont presque tous manifestés dans les terrains secondaires, les formations anciennes en étant peu incommodées. D'un autre côté, il est certain aussi que, si une formation meuble, comme une couche d'alluvion ou des sables, a une grande épaisseur et une grande étendue, la propagation d'une onde sismique doit y être beaucoup plus difficile, et qu'elle doit même s'y éteindre à la longue. C'est évidemment une des raisons pour lesquelles la plaine d'alluvion du nord de l'Europe semble peu sujette aux tremblements de terre sensibles. Il y a donc, à tout point de vue, avantage à établir la station géodynamique de comparaison sur les terrains les plus anciens; les mouvements sismiques s'y propagent avec plus de facilité que dans le matelas de couches plus meubles qui les recouvrent, et des phénomènes plus violents et d'un caractère

plus irrégulier doivent se passer au contact de ces couches de nature différentes.

Si la décision d'établir le poste de comparaison au sud de la grande faille était acceptée, on trouverait, pensons-nous, un local, favorable à l'installation d'un poste, dans le pavillon de chasse *inutilisé*, qui existe dans le sud du bois de Colfontaine. Si l'on préférait au contraire rester au nord de la grande faille, il serait plus avantageux, de l'avis de M. le Profr Cornet, de s'installer dans la partie la plus basse du bois; la couche superficielle du terrain, déblayée par les pluies, doit y présenter probablement plus de stabilité ; mais, dans ce cas, on ne trouverait pas de local tout préparé et la mise sur pied de la station deviendrait plus onéreuse, plus difficile et peut-être même impossible.

Il y aurait donc lieu de se prononcer sur ce point important, mais comme il y a là en jeu des données géologiques et des éléments nombreux dont il faut tenir compte, je ne pourrais présenter ici un avis personnel suffisamment motivé.

Cette question de la station de comparaison m'amène aussi à rappeler l'offre bienveillante que M. Urban a faite à la Société de géologie et tendant à installer à Quenast, sur le massif intrusif porphyrique qui perce les terrains primaires, un appareil enregistreur des mouvements sismiques. Cette installation, qui serait donc beaucoup plus aisée à mener à bonne fin que celle du bois de Colfontaine, ne pourrait-elle jouer le rôle que celle-ci aurait prise? C'est là une seconde question qui pourrait être résolue de suite et qui est absolument de la compétence de messieurs les géologues.

Si nous examinons maintenant la question « dépenses », il me paraît que nous pouvons établir comme suit le devis de la station principale de l'Agrappe, qui comprendrait tout d'abord le pendule horizontal de Ehlert, consacré par les décisions presque unanimes des sismologues (voir à ce sujet mes rapports à la Société belge d'astronomie, et, notamment, mon « Programme de recherches géophysiques, 1898 », ainsi que « La station géophysique d'Uccle, 1901 »).

Pendule de von Rebeur-Ehlert . . . . . fr.	1,250
Horloge et enregistreur	400
Papier photographique à déroulement continu. .	300
Frais généraux d'installation	300
Frais de surveillance, indemnités et imprévus . .	250
TOTAL. . fr.	2,500

Telle est la somme qui serait nécessaire pour l'installation de la

station de l'Agrappe et pour assurer son fonctionnement pendant un an. Mais il me paraît indispensable de compléter cette station principale par l'installation d'enregistreurs magnétiques. Les indications que ces enregistreurs permettraient de recueillir auraient une double utilité. En premier lieu, elles serviraient, comme l'a montré M. E. Van den Broeck, à élucider certaines corrélations du problème encore irrésolu des manifestations microsismiques, et en outre elles seraient d'un appoint précieux pour messieurs les ingénieurs des mines, qui sont souvent amenés, par l'emploi de la boussole, à l'intérieur des mines, à constater des anomalies et des difficultés dont la cause leur a échappé jusqu'ici. La comparaison avec les observations superficielles aura la plus grande importance et sera de nature à rendre à l'art de l'ingénieur des mines les services les plus précieux.

Il paraît aussi, Messieurs, et c'est là un point sur lequel, encore une fois, notre attention a été appelée par M. Van den Broeck, que la station principale souterraine devrait avoir comme adjuvants des appareils mobiles plus simples et moins délicats que le pendule de Ehlert et permettant des observations non enregistrées, temporaires aux différents étages. On recueillerait ainsi les données les plus intéressantes sur la région la plus particulièrement soumise au maximum des agitations sismiques ou occasionnelles. Il y a là à accomplir, comme on voit, l'ensemble d'une œuvre très intéressante, tant au point de vue scientifique proprement dit, qu'à celui de la protection des vies humaines.

C'est dire aussi que la somme prévue plus haut ne constitue qu'une faible part des ressources dont nous avons besoin pour mener à bonne fin l'œuvre commencée. Mais, nous en sommes certain, les concours prévus ne nous feront pas défaut, et puisque nous-mêmes faisons notre possible dans la voie de l'exécution, ayons confiance dans le vieux proverbe : « Aide-toi, le Ciel t'aidera ».

La discussion étant ouverte sur le rapport, M. *Lagrange* demande si la station de comparaison qu'il serait question de pouvoir organiser à Quenast (Brabant) présenterait les mêmes avantages que celle qui serait éventuellement installée dans le bois de Colfontaine.

M. *Van den Broeck* émet l'avis que les considérations qui ont été invoquées pour choisir le lieu d'installation au sud de la grande faille lui paraissent indiquer la nécessité d'organiser une station *à proximité* de l'observatoire souterrain. Étant donnés, d'une part, le rôle important que jouent les failles dans les phénomènes sismiques et, d'autre

part, la répercussion spéciale que peuvent éventuellement présenter, dans la région au sud de la grande faille, les centres sismiques du bassin méditerranéen, ainsi que celui, très voisin, de la région de Douai, un poste de comparaison ne saurait être mieux placé que dans le massif rocheux ancien situé au sud de la faille.

Il estime, cependant, qu'il y a lieu d'accepter avec reconnaissance l'offre précieuse faite par M. *Urban*, ce qui ne doit d'ailleurs nullement impliquer l'abandon de l'idée d'une station de comparaison située au sud de la grande faille.

Ensuite d'un échange de vues entre MM. *Lagrange*, *Van den Broeck*, *Mourlon*, *Rutot* et *Kersten*, duquel il résulte que la grande faille eifelienne ne peut avoir aucune influence sur les observations qui seraient recueillies à Quenast, dont les terrains ne sont pas en relation tectonique avec ceux affectés par ladite faille, il est reconnu par l'Assemblée qu'il y a intérêt à établir une station de comparaison au sud de celle-ci et voisine du poste souterrain du charbonnage de l'Agrappe; c'est-à-dire de ne pas abandonner l'idée de faire cette installation dans la région du bois de Colfontaine.

Sur les instances de M. *Van den Broeck*, l'attention de l'Assemblée est attirée ensuite sur la question de la profondeur à laquelle sera placé notre pendule enregistreur sismique. De l'avis émis par lui, appuyé par M. le Président, il résulte que l'emplacement de l'observatoire souterrain ne devra être décidé qu'après certaines études préliminaires, géologiques et autres, d'autant plus qu'il n'est pas prouvé que c'est à la plus grande profondeur que l'on aura le maximum de manifestations. L'examen préalable de cette question du placement des appareils enregistreurs à une profondeur à déterminer avec soin s'impose donc sans tarder. Pour M. *Kersten*, les grandes profondeurs du siège de l'Agrappe coïncident avec des paquets de terrains assez dérangés et convenant, pour cette raison, moins que d'autres, situés à des profondeurs intermédiaires. Il y aurait aussi lieu de tenir compte de la distance où se trouveraient, aux divers étages, les installations projetées des *travaux d'exploitation*, dont il faut éviter que les influences diverses ne viennent troubler les inscriptions de l'appareil microsismique enregistreur.

Indépendamment du grand pendule enregistreur sismique, dont l'acquisition a été décidée par la Société, M. le *Secrétaire général* demande s'il ne sera pas utile de faire également l'acquisition d'*appareils magnétiques*, peu coûteux d'ailleurs, qui pourraient être installés à des niveaux différents. (*Il a été tenu compte de ce vœu dans la rédaction définitive du rapport de M. Lagrange.*)

M. *Lancaster* estime que c'est là un complément obligé de l'installation, mais il ajoute aussi que le poste de comparaison qui sera créé dans le bois de Colfontaine ou ailleurs sera incomplet dans ses résultats et même peu utile, s'il n'est pas, *lui aussi*, muni d'un pendule microsismique enregistreur, identique à celui qui sera placé au cœur de la mine grisouteuse. L'achat d'un second appareil, tel que celui déjà acquis par la Société, représente, il est vrai, une augmentation considérable de dépenses (fr. 1,250); mais sans une telle adjonction, on risque de voir disparaître toute la portée et même l'utilité pratique de l'installation projetée.

Cette manière de voir est reconnue justifiée par les membres présents, et il est passé à la question de la dépense nécessitée par les diverses installations.

D'après les renseignements fournis par M. *Lagrange*, si l'on ajoute aux frais de l'achat déjà effectué par la Société (fr. 1,250) d'un pendule horizontal triple Elhert, ceux du fonctionnement de la station pendant une période d'un an, les frais de papier photographique, ceux de l'éclairage et les frais généraux, cet ensemble de dépenses à réaliser pour un premier exercice s'élèvera sans doute à 2,500 francs.

Ultérieurement, bien entendu, la dépense annuelle se réduira, les instruments étant acquis, à quelques centaines de francs.

Sur une observation de M. *Kersten*, qui croit que la somme indiquée ne constitue qu'un minime facteur de la dépense eu égard aux travaux d'appropriation, très coûteux, qu'il y aurait à faire dans la mine, M. *Lagrange* croit pouvoir dire que ces travaux ne seront pas considérables, l'Administration du charbonnage de l'Agrappe lui ayant laissé entendre qu'elle disposait, au sein de la mine, d'un local facile à approprier.

Les renseignements qu'il a donnés ne visent toutefois nullement l'installation du poste de comparaison dans le bois de Colfontaine ou ailleurs, ni notamment l'achat d'un second pendule horizontal triple semblable au premier, grâce auquel le but poursuivi sera bien mieux assuré.

Enfin, il y aurait aussi à tenir compte des appareils magnétiques et autres dont l'acquisition devrait être faite en ordre subsidiaire.

A la demande de M. le *Président*, M. le *Trésorier* fait connaître que la Société ne dispose actuellement que de la somme strictement nécessaire pour l'achat, décidé d'ailleurs, d'un seul appareil et de son fonctionnement pendant un an. Il y a donc nécessité, dans ces conditions, de solliciter sans retard la liquidation des subsides alloués par le *Gouver-*

nement provincial du Hainaut et de faire aussi un appel à l'État pour le complément de la dépense totale, pour laquelle les ressources de la Société, même avec le subside promis par la province de Hainaut, seront absolument insuffisantes.

Enfin, sur une observation de M. *Lancaster*, il est décidé de faire procéder à une étude préalable des conditions géologiques et de la profondeur les plus favorables à l'installation projetée.

L'Assemblée charge, dans ce but, un Comité spécial de l'étude théorique et pratique de ces installations.

Ont été appelés à faire partie du Comité :

MM. *J. Cornet*, professeur de géologie à l'École des Mines de Mons;
A. Habets, ingénieur, professeur à l'Université de Liége;
E. Harzé, directeur général des Mines, à Bruxelles;
Eug. Lagrange, professeur à l'École militaire, à Bruxelles;
E. Larmoyeux, ingénieur principal des Mines, à Mons;
X. Stainier, professeur à l'Institut agricole, à Gembloux; membres de la Société, et auxquels ont été adjoints :

MM. *Abrassart*, ingénieur au Charbonnage de l'Agrappe;
E. Dejaer, inspecteur général des Mines, à Mons;
M. Lohest, professeur de géologie à l'Université de Liége;
J. Smeysters, ingénieur en chef, directeur des Mines, à Charleroi.

Le *Président* et le *Secrétaire* font statuairement, et de droit, partie de cette Commission, comme de toute Commission spéciale quelconque.

La séance est levée à 6 h. 15 m.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 27 MARS 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

M. J. Libert, ingénieur en chef, directeur des Mines, à Namur, a publié dans les *Annales des Mines de Belgique*, t. IV, un travail intitulé : *De la présence des gaz hydrocarbonés dans les exploitations souterraines des minières et carrières*, dont nous croyons utile de reproduire ici les débuts et les conclusions, nous contentant de résumer très sommairement les documents fournis par M. Libert à l'appui de sa communication.

« Le dégagement des gaz hydrocarbonés ou du grisou n'est pas exclusif aux exploitations charbonnières. On en rencontre également dans des circonstances exceptionnelles toutefois, et en minime abondance relativement, dans les exploitations souterraines des minières et carrières.

» Les accidents imputables aux dégagements de gaz inflammable dans ces dernières exploitations sont peu nombreux et peu graves. Il est toutefois certain qu'un grand nombre d'entre eux n'ont pas été portés à la connaissance de l'Administration des Mines, vu leur minime importance ou par suite de l'ignorance des exploitants.

» Il m'a paru intéressant de rechercher, dans les archives administratives relatives aux exploitations minérales de la province de Namur, où il a existé tant de sièges d'extraction de minerais de fer et de terres plastiques, les accidents dus à l'inflammation de gaz hydrocarbonés qui s'y étaient produits et sur lesquels des enquêtes avaient été ouvertes. »

1° Le 24 octobre 1860, inflammation, la plus anciennement signalée dans les exploitations de l'espèce, dans une fosse d'extration de minerai de fer en avaleresse, à Florennes. Un ouvrier fut brûlé à la figure, aux mains et au bras droit.

C'est une lampe qui, lors de la visite d'une ancienne galerie, dont l'embouchure fut découverte au fond de la fosse, provoqua l'explosion du grisou, dont la flamme dépassa l'orifice de la fosse d'environ $1^{m},50$. C'est cette galerie, ajoute le rédacteur du procès-verbal de l'époque, qui aurait contenu du gaz hydrogène carboné, dû à la décomposition de quelque substance végétale.

2° Le 5 janvier 1866, inflammation dans une exploitation de minerai de fer, à Saint-Aubin. Un ouvrier a été renversé et brûlé à la figure par suite d'une explosion de grisou, amenée par une lampe allumée au front du travail, dans une galerie longue de 6 mètres, prise au pied de la fosse d'extraction, profonde de 18 mètres.

3° Le 7 février 1889, inflammation dans une exploitation de terres plastiques située à Coutisse. Trois ouvriers ont été brûlés.

L'accident eut la même origine que dans le cas précédent. Le puits d'extraction avait 38 mètres et la galerie d'exploitation, à peine commencée, n'avait que 3 mètres. Les tuyaux d'aérage n'étaient pas encore placés : le renouvellement de l'air se faisait cependant activement dans le puits, grâce à la basse température de l'air. On se trouvait dans un massif exploité depuis cinquante ans et où existaient d'anciennes galeries. Des sondages en toutes directions étaient faits en vue d'éviter la venue des eaux d'anciennes galeries. Deux de ces sondages, longs de 9 mètres et très voisin l'un de l'autre, avaient rencontré les *boisages* d'une galerie

abandonnée depuis huit ans, à un niveau inférieur. C'est par un troisième trou de sonde, foré entre les deux premiers, et parvenu à 2 mètres seulement, que l'invasion du grisou eut lieu.

4° Mai 1887, explosion de gaz dans une exploitation de terres plastiques à Sorée (dégagement provenant également d'anciens travaux).

5° Le 27 mars 1891, inflammation de gaz hydrocarboné dans les travaux d'une exploitation de terres plastiques située en la commune de Wierde; un ouvrier fut renversé à deux reprises différentes par l'explosion et par le coup de vent en retour et grièvement brûlé. (Influence d'anciens travaux.)

L'expansion des gaz fut telle qu'à l'orifice du puits de 21 mètres de profondeur, les paillassons formant abri furent complètement dégarnis et l'arbre du treuil projeté à 2 mètres de distance. Au fond, l'explosion eut pour effet de provoquer l'envahissement de la galerie par du sable boulant, venant de la partie supérieure de l'extrémité de la galerie de chassage. L'enquête ordonnée à l'occasion de cet accident apprit que les ouvriers avaient souvent, dans diverses exploitations similaires, mis le feu à du gaz s'échappant des fissures de la terre plastique, au front du travail.

6° Le 23 décembre 1897, inflammation dans une exploitation de terres plastiques à Braibant. Un ouvrier a reçu des brûlures du premier degré à la face et aux deux mains.

« L'eau suintait en un point de la paroi du puits; cette eau dégageait une mauvaise odeur faisant supposer qu'elle provenait d'anciens travaux. Continuant à travailler, l'ouvrier mit à découvert l'extrémité d'une ancienne galerie d'exploitation laissant voir de la paille et un bois de taille; une odeur fort mauvaise se répandit dans le puits. L'ouvrier alluma néanmoins sa lampe et l'accrocha à un mètre au-dessus du fond du puits, un peu sur le côté de la galerie mise à découvert sur une hauteur de $0^{m},40$; peu de temps après, il se produit une inflammation du gaz. »

Voici maintenant les conclusions de M. J. Libert :

« Il paraît nettement résulter de ce qui précède, que les gaz hydrocarbonés qui se dégagent dans les exploitations dont il s'agit n'ont pas une origine fossile et qu'ils proviennent vraisemblablement de la décomposition des bois et autres matières organiques dans les anciens travaux que l'on abandonne et auxquels on vient percer dans la suite. Il se produit en somme le même phénomène que dans les marais, où la production de ces gaz a lieu d'une façon analogue. La composition de ces gaz peut être assez complexe et, dans certains cas, ils doivent

être mélangés d'hydrogène sulfuré, reconnaissable à sa mauvaise odeur.

» Par suite de l'imperméabilité des masses argileuses, le gaz peut acquérir, dans les poches qui le renferment, une certaine pression, d'ailleurs constatée par les ouvriers sondeurs; il a été en effet noté, dans l'un des accidents prémentionnés, que l'outil de sondage avait été fortement repoussé.

» Il paraît peu probable que le gaz inflammable se rencontre en terrain vierge, nonobstant la présence de lignite qui traverse quelquefois, sous forme de veinules, les masses argileuses.

» On ne peut non plus attribuer l'existence du grisou dans les exploitations de terres plastiques comme provenant du terrain houiller, attendu que les couches de charbon dans ce dernier n'en dégagent pas dans le bassin d'Andenne, où le plus grand nombre d'inflammations ont été constatées.

» Ce phénomène n'est pas spécial à notre pays. Haton de la Goupillière signale en effet, dans son cours d'exploitation des mines, que ce gaz a été rencontré dans des mines de sel, dans les soufrières de la Sicile, dans les mines de fer, de plomb, de zinc et de cuivre. Cet auteur admet que le grisou peut provenir, dans certains cas, de la profondeur, par des fissures ouvertes dans les terrains stratifiés, d'une manière indépendante de la nature de la minéralisation dont les filons ont été imprégnés à une époque reculée.

» Il admet aussi, comme possible, dans d'autres cas, que la présence de vieux bois ou de matières végétales en décomposition au contact de l'eau donne lieu à un développement de gaz de marais, capables de brûler les hommes s'ils viennent à déboucher à feu nu dans des travaux abandonnés.

» C'est cette dernière origine qui est la plus probable, pour ne pas dire absolument certaine, en ce qui concerne les dégagements de gaz inflammables constatés dans notre pays dans les exploitations autres que celles des charbonnages.

» Indépendamment d'une ventilation suffisamment efficace, qui trop souvent fait défaut dans ces exploitations, l'obligation de faire usage de lampes de sûreté paraît s'imposer quand on approche d'anciens travaux abandonnés soit par sondages, soit par des communications directes. »

CH. DAVISON. SC. D., F. G. S. — **Les progrès de la sismologie pendant le XIXe siècle.** KNOWLEDGE, February, 1901.

La science de la sismologie s'est surtout développée pendant la seconde moitié du XIXe siècle. Si cependant nous remontons aux premiers travaux, nous devons signaler le mémoire de John Michell, relatif aux causes et aux phénomènes des tremblements de terre, qui fut lu à la *Royal Society* en 1760. Il est curieux de constater combien Michell s'est rapproché des résultats des travaux ultérieurs. Ainsi, il constate que les ondes à période lente se propagent à des distances beaucoup plus grandes à la surface de la terre que les vibrations rapides, qui donnent lieu au choc que nous ressentons, et aussi que la vélocité des ondes sismiques à la surface des mers augmente avec la profondeur de celles-ci. Il suppose que la position de l'épicentre peut se déterminer en notant le moment précis du tremblement ou par la direction du mouvement. Et quoiqu'il lui soit impossible de déterminer la profondeur où le sisme se produit, impossibilité qui existe encore aujourd'hui, il évalue cette profondeur pour le sisme de Lisbonne entre 1 et 3 milles. Les considérations théoriques de Michell se retrouvent dans les déductions de ses successeurs. Il serait utile de montrer maintenant le chemin parcouru pendant le XIXe siècle et surtout de marquer les étapes importantes.

1. Pendant la première moitié du siècle dernier, les travaux furent rares; il faut citer parmi les plus importants le mémoire de Darwin sur les phénomènes volcaniques de l'Amérique du Sud, aussi le commencement de la longue compilation des tremblements de terre que Perrey, de Dijon, rédigea depuis 1843 jusqu'en 1874.

2. La fondation de la Sismologie fut faite en 1846 par Robert Mallet, qui appliqua les lois des ondes liquides limitées par des solides aux phénomènes des tremblements de terre. Quelques-unes de ses théories n'ont pu se maintenir, il est vrai, mais la valeur de ses travaux est restée très grande. Le catalogue des tremblements de terre, qu'il rédigea en collaboration avec son fils, continue à rendre les plus grands services aux sismologistes. Toutefois, l'œuvre principale de Mallet consiste dans l'étude du sisme qui dévasta le royaume de Naples en décembre 1857 et des méthodes qu'il établit pour cette investigation.

3. Pour apprécier l'importance de l'étape suivante, il faut lire l'article *Earthquakes,* publié en 1877 dans l'ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, et celui du *Seismometer,* qui parut aussi dans cet ouvrage. Pendant ce

temps, des sismographes furent construits, d'après des données scientifiques, par Ewing, Gray et Milne, et leur utilité fut établie au cours d'une série de sismes observés au Japon. Un observatoire sismologique moderne n'est pas complet s'il ne renferme le sismographe de Gray-Milne ou celui à trois composantes de Ewing.

Pendant que ces instruments étaient conçus pour répondre à un besoin reconnu depuis longtemps, ce fut presque le hasard qui fit naître les diverses formes de pendule horizontal, qui ont rendu tant de services dans l'investigation des sismes venant de grande distance. Hengeller en 1832, Gérard en 1851, Close et Zöllner en 1869, les Darwin en 1880 et von Rebeur-Paschwitz en 1887 ont construit des instruments de ce genre pour des recherches étrangères à la sismologie, mais ils ont ainsi préparé la voie pour les perfectionnements réalisés pendant ces huit dernières années par Milne, Ehlert, Gablovitz, Cancani et Omori. Les Italiens ont aussi obtenu de bons résultats avec les pendules longs et pesants.

4. On peut facilement constater, sans le secours des instruments, des changements dans l'amplitude, la période et la direction des vibrations; mais les sismographes ont fait plus que de donner de la précision au témoignage de nos sens. Ils ont permis de constater des particularités du mouvement d'oscillation des tremblements de terre, qui auraient sans cela passé inaperçues. Les révélations du pendule horizontal sur les pulsations des sismes éloignés sont également très intéressantes. Les troubles des magnétographes, des niveaux d'eau et de la surface des eaux tranquilles, la propagation des ondulations superficielles des eaux à de longues distances, sont connues depuis plus d'un siècle. Pour l'étude plus complète de ces phénomènes, nous devons signaler les travaux de von Rebeur-Paschwitz, Milne, Agamemnone, Oldham. Il reste encore beaucoup à glaner dans ce champ fertile, mais c'est un résultat remarquable que d'avoir prouvé que chaque tremblement de terre produit à travers le globe deux séries distinctes d'ondes, dont la vitesse respective est de 9 kilomètres et de 5 $^1/_3$ kilomètres par seconde, tandis que les ondulations à période lente voyagent à la surface avec une vitesse de 3 kilomètres par seconde, ces dernières ayant été reconnues à des distances qui surpassent les quatre cinquièmes de la circonférence de la terre. C'est là une conquête scientifique digne des dernières années du siècle qui vient de finir.

5. Tandis que les phénomènes les plus apparents des tremblements de terre étaient bien connus depuis une cinquantaine d'années, une étude plus minutieuse en a montré d'autres, tout aussi importants. Des

recherches de statistique ont montré que les tremblements de terre sont beaucoup plus fréquents qu'on ne l'avait pensé : l'estimation la plus récente suppose un tremblement pour chaque demi-heure. L'analyse harmonique de la marche des phénomènes sismiques dans une région donnée démontre l'existence d'une périodicité d'une façon peu douteuse; le maximum de la période annuelle se produit pendant l'hiver de la région, et celui de la période journalière à midi. Les cartes sismiques récentes où l'on a relevé les épicentres ou bien des zones de déplacement nous ont amené à la conclusion que les régions les plus sensibles sont celles dont la moyenne d'inclinaison de la surface est la plus grande; d'un autre côté, le tremblement du Japon de 1891 et le tremblement indien de 1897 ont montré avec quelle rapidité peuvent se produire les modifications du sol.

6. Suivant l'exemple de Mallet, différents auteurs ont publié l'histoire détaillée des tremblements importants de ces vingt dernières années, surtout ceux d'Ischia, d'Andalousie, de Charlestown, de la Riviera, de Zante, de Laibach, de Hereford et de l'Inde. Des comités ou des bureaux sismologiques ont été établis dans plusieurs pays. Grâce aux travaux de Milne et Omori au Japon, de Saderra et Coronas aux Philippines, de Rossi, Agamemnone, Baratta et Mercalli en Italie, de Eginitis et Papavasiliou en Grèce, et de beaucoup d'autres, les régions sismiques actives du globe sont soumises à une étude continue. Les travaux de von Rebeur-Paschwitz, Milne et Eerland, qui ont créé une enquête systématique de la sismique du globe, nous font espérer une riche moisson scientifique.

7. En même temps que se développaient nos connaissances, l'origine des tremblements de terre est devenue plus claire. Il y a un grand nombre de chocs, caractérisés par une zone de commotion très limitée et par une intensité anormale au centre, que l'on ne peut qu'attribuer à une action volcanique dans certains cas, et dans d'autres à des troubles locaux en partie naturels, en partie artificiels. Mais tous les grands tremblements de terre, et une partie de ceux de moindre importance, peuvent être attribués *à la formation de failles*. Si nous considérons les sismes comme les effets passagers de la formation des failles se continuant par des intermittences, nous avons recours à une source de force qui suffit pour expliquer la production des chocs les plus intenses comme aussi celle des plus faibles. En même temps, l'étude des tremblements de terre a atteint une portée qu'elle n'avait pas au commencement du XIXe siècle; elle nous indique maintenant les lieux et les moments où se produisent les grands changements dans l'écorce terrestre.

SÉANCE MENSUELLE DU 19 MARS 1901.

Présidence de M. **Rutot**, *Président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

M. le Président signale parmi les récentes promotions et nominations dans la Légion d'Honneur, plusieurs des membres de la Société : MM. *Harzé,* commandeur; *Dufourny* et *Mourlon,* officiers; *Petermann, van Hoegaerden* et *Wittouck,* chevaliers.

M. *Bommer* a été nommé conservateur au Jardin botanique.

Dans la Commission permanente scientifique du Musée de Tervueren, ont été nommés MM. *Cornet, Renard, Stainier* et *Van den Broeck.*

Le *Président* se dit heureux de pouvoir féliciter tous ces membres pour les distinctions méritées dont ils ont été l'objet. Mais l'honneur n'est pas pour eux seuls; une part en rejaillit sur la Société dont ils font partie et dont, par leur active collaboration pour la plupart d'entre eux, ils contribuent à maintenir l'importance scientifique.

Correspondance :

M. *le Secrétaire général* ayant appris, par une note du *Geological Magazine,* que sir *Archibald Geikie* avait résigné ses fonctions de *Directeur du service géologique de la Grande-Bretagne et d'Irlande,* a pris sur lui d'écrire immédiatement à notre membre d'honneur pour lui exprimer, au nom de la Société, toutes les sympathies qui le suivent dans sa retraite. *Sir Archibald Geikie* a répondu par de chaleureux remerciements et a annoncé que, déchargé d'une tâche administrative assez absorbante, il compte se consacrer entièrement à des travaux d'ordre purement scientifique.

La direction du Service a été confiée à M. *J. J. H. Teall,* l'organisateur, on s'en souvient, avec MM. *W. Whitaker* et *Starkie Gardner,* de notre intéressante excursion en Angleterre, en 1899.

Le *Secrétaire* s'est chargé de lui transmettre les félicitations de la Société pour cette nomination à un poste éminent. M. *Teall* a répondu

en se mettant entièrement à la disposition de la Société pour toutes les occasions où il pourrait lui être utile.

M. *E. Lagrange*, au sujet de la communication de MM. *Rahir* et *Dufief* sur les eaux des grottes, écrit avoir étudié il y a quelques années la région caverneuse Han-Rochefort-Jemelle. Ses observations relatives au cours et aux réapparitions des eaux souterraines ne concordant pas complètement avec celles de ces Messieurs, il compte reprendre la question et communiquera à la Société ses nouvelles recherches.

M. *C.-F. Moulan* annonce la prochaine présentation d'un travail sur « les eaux du bassin de la Haine, à propos de l'étude des projets d'ali- » mentation d'eau pour le Borinage et le Centre », destiné pour le concours du Borinage, travail dont il réserve la primeur pour la Société. Cette communication est inscrite pour une prochaine séance.

Un autre travail, qui a occupé notre collègue depuis plus de trente ans, est la statistique hydrologique de la Gileppe. Les enquêtes de ce genre ont pour caractère distinctif de ne jamais finir, mais il arrive un moment où les résultats acquis permettent déjà certaines conclusions et d'utiles synthèses. M. le Secrétaire a pu reconnaître que les études de M. *Moulan* sont d'un haut intérêt et a obtenu de l'auteur la promesse de les communiquer bientôt à la Société.

M. *Marboutin*, de l'Observatoire municipal (Paris) de Montsouris, a bien voulu promettre une note sur l'emploi de la fluorescéine pour l'identification des eaux souterraines. Le *Secrétaire* a demandé à M. Marboutin une communication orale ou conférence et attend la réponse à cette invitation.

La *Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut* met au concours les deux questions suivantes relatives à la Géologie :

1° On demande une étude, basée sur des analyses nouvelles effectuées d'après une méthode uniforme, sur les relations existant entre la composition des houilles du bassin du Hainaut et leur mode de gisement. On recherchera, en particulier, les variations que subit cette composition dans le sens de la succession stratigraphique, dans le sens de la direction et dans celui de l'inclinaison, ainsi que suivant la profondeur et suivant la position des couches en plateur ou en dressant.

2° On demande une étude sur la faille du Centre et les failles connexes dans le Couchant de Mons et la partie occidentale du bassin du Centre.

Les mémoires, rédigés en français, seront remis franco, avant le décembre 1901, chez M. Wiliquet, greffier provincial, secrétaire général de la Société, avenue d'Havré, n° 22, à Mons.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3265. **Glangeaud, Ph.** *Les transgressions et les régressions des mers secondaires dans le bassin de l'Aquitaine.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 3 pages.

3266. **Ministère de l'Agriculture.** *Monographie agricole de la région du Condroz.* Bruxelles, 1900. Volume in-4° de 120 pages.

3267. **Sacco, F.** *Osservazioni di geologia applicata riguardanti un progetto di derivazione e condottura d'acqua potabile dal Piano della Mussa a Torino.* Turin, 1900. Extrait in-4° de 22 pages.

3268. **De Montessus de Ballore.** *La France et l'Algérie sismiques.* Paris, 1892. Extrait in-8° de 16 pages et 2 planches.

3269. — *Introduction à un essai de description sismique du globe et mesure de la sismicité.* Extrait in-8° de 52 pages.

3270. **Choffat, P.** *Sur le Crétacique supérieur, à Moçambique.* Paris, 1900. Extrait in-4° de 3 pages.

3271. **Marboutin, Félix.** *Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 3 pages.

3272. **de Lapparent, A.** *Sur la découverte d'un oursin d'âge crétacé dans le Sahara oriental.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 5 pages.

3273. **Lagrange, E.** *Les mouvements sismiques en Belgique en 1899.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 74 pages et 1 planche.

3274. **Rosset, J.** *Manuel du prospecteur. Guide pour la recherche des gîtes minéraux et métallifères,* par J. W. Anderson. Édition française par J. Rosset. Paris, 1901. Volume in-8° de 223 pages et 73 figures.

3275. **Rutot, A.** *Sur l'aire de dispersion actuellement connue des peuplades paléolithiques en Belgique.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 11 pages.

3276. — *Sur l'homme préquaternaire.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 19 pages et 6 figures.

2° Extraits du Bulletin :

3277. **Rutot, A.** *Nouvelles observations sur le Flandrien.* 1901, 6 pages. (2 exemplaires.)

3278. **Renard, A.** *Sur la présence de la zoïsite et de la diallage dans les roches métamorphiques de l'Ardenne.* 1897, 2 pages. (2 exemplaires.)

3279. — *De l'influence qu'exerce la température sur le pouvoir dissolvant de l'eau, d'après les recherches de G. Spezia.* 1897, 6 pages. (2 exemplaires.)

3280. **Verstraeten, T.** *Hydrologie des roches. Nécessité de préciser les situations et les termes.* 1897, 22 pages. (2 exemplaires.)

3281. **Losseau, L.** *Recherches sur la gélivité des matériaux de construction.* 1897, 3 pages. (2 exemplaires.)

3282. **Klement, C.** *Sur la diallage ouralitisée de l'Ardenne.* 1897, 6 pages. (2 exemplaires.)

3283. **Van den Broeck, E.** *A propos du mode de formation des cavernes et des critiques soulevées par M. E. Van den Broeck sur la thèse défendue par M. Flamache. Réponse à la réplique de M. Flamache.* 1897, 4 pages. (2 exemplaires.)

3284. **Arctowski, Henryck.** *Quelques mots relatifs à l'étude du relief de l'Ardenne et des directions que suivent les rivières dans cette contrée* 1897, 10 pages. (2 exemplaires.)

3285. **Wichmann, A.** *Sur l'ouralite de l'Ardenne.* 1897, 3 pages. (2 exemplaires.)

3286. **K.** *Bulletin bibliographique : Pierret, Les matériaux employés dans la construction des chaussées, des routes provinciales et communales dans le Brabant.* 1897, 5 pages. (2 exemplaires.)

3° Périodiques nouveaux :

3287. *La Chronique des Travaux publics.* Bruxelles, 1901, n°s 9 et 10.

3288. *Bergens Museum.* Bergen, Aarsberetning for 1900.

3289. *Museo nacional de Montevideo.* Montevideo, Anales II et III.

Présentation de nouveaux membres :

Sont présentés et reçus à l'unanimité :

MM. E. Wouters-Dustin, entrepreneur, 96, rue de Louvain, Bruxelles, *membre effectif;*

Joseph Fraipont, ingénieur des mines, 20, avenue des Arts, Bruxelles, *associé regnicole.*

Communications des membres :

M. *O. van Ertborn*, avant de donner lecture de son travail sur *le puits artésien du* Royal Palace Hotel *d'Ostende* et sur *le puits artésien d'Audenarde*, nous communique les renseignements suivants relatifs au *puits de Gand*. Ils sont tirés d'une lettre de M. *Coune*, ingénieur en chef de la Ville :

Le puits creusé par la ville de Gand et qui a été arrêté après avoir traversé 72 mètres de phyllades devilliens, se trouve à la cote 7.50 environ. Il est situé sur la rive droite de l'Escaut, à 25 mètres du fleuve.

Comme coordonnées pouvant servir à repérer sa position exacte, on peut signaler les chiffres suivants :

Il est à 1020 mètres de la gare (bâtiment) de Gand-Saint-Pierre.
— 1240 — — (façade) de Gand-Sud.
— 225 — du pont sur l'Escaut, au boulevard de la Citadelle.
— 225 — de la première division de l'Escaut, à son entrée en ville.

La coupe du puits, rappelle M. van Ertborn, a été publiée dans les 1re et 4e livraisons du tome XX (1896-1897) des *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand* et elle a été reproduite dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, 1898-1899, t. XXVI, pp. CXLVII, 158.

M. VAN ERTBORN aborde ensuite l'objet de sa communication mise à l'ordre du jour de la séance.

LE PUITS ARTÉSIEN

DU

ROYAL PALACE HOTEL A OSTENDE

PAR

le baron Oct. **VAN ERTBORN**

(AVEC ANALYSES DE MM. KLEMENT ET WAUTERS)

(1er mai au 14 août 1899.)

Cote de l'orifice : 10 environ.

		Profondeur en mètres.	
Moderne	Sable dunal	0.00	7.00
	Argile polderienne	7.00	13.20
	La même, sableuse	13.20	16.00
Quaternaire	Sable tourbeux	16.00	28.75
	Sable grossier avec coquilles et cailloux	28.75	34.30
Ypresien inférieur.	Argile brunâtre	34.30	40.00
	— plastique	40.00	52.50
	— dure	52.50	71.20
	— brunâtre	71.20	74.30
	— verdâtre	74.30	76.10
	— brunâtre	76.10	99.25
	Septaria	99.25	99.57
	Argile plastique	99.57	117.15
	— vert foncé	117.15	121.25
	— brunâtre	121.25	133.90
	— avec zones schistoïdes	133.90	158.35
	A 139.54 de 0.12.		
	142.56 0.05.		
	145.20 0.40.		
	148.25 0.10.		
	150.15 0.23.		
	157.70 0.20.		
	Argile vert bleuâtre	158.35	162.05
	— brunâtre	162.05	162.70
	— dure	162.70	164.15
	Concrétion schistoïde	164.15	164.23

Ypresien inférieur (*suite*).	Argile brunâtre	164.23	166.48
	Concrétion schistoïde	166.48	166.59
	Argile brunâtre	166.59	169.30
	Concrétion schistoïde	169.30	169.35
	Argile plastique	169.35	170.00
	— dure	170.00	173.35
	Sable argileux bleuâtre	173.35	174.85
	Argile dure	174.85	175.60
	Sable coquillier (1) et cailloux	175.60	175.80
	(Base de l'Ypresien à la cote — 165.80.)		
Landenien supérieur (Sparnacien).	Argile dure	175.80	176.20
	— sableuse	176.20	177.25
	Grès dur, coquillier	177.25	177.55
	Sable argileux noir, coquillier, ligniteux.	177.55	178.45
	Grès dur, coquillier	178.45	178.68
	Argile sableuse noirâtre, ligniteuse	178 68	180.23
	Sable coquillier (non percé)	180.23	185.24

Cette coupe ne nous apprend rien de bien nouveau au point de vue géologique. Nous appellerons cependant l'attention sur les grès durs du Landenien supérieur.

Les pierres dures désignées avec doute comme silex à 171m,07, 186m,40 et 191m,45 de profondeur au sondage de Mariakerke lez-Gand (2) ne seraient-elles pas de même nature? Le fait paraît probable.

Quoique n'ayant pas vu la série d'échantillons, on serait tenté de placer en ce point la base de l'Ypresien à la cote — 166.

A Gand, elle se trouve à la cote — 144.5.

Elle s'infléchirait donc vers le Nord-Ouest de 21m,50; la distance étant d'environ de 4 kilomètres, son allure serait tout à fait normale.

La pierre tendre ou marne notée à Mariakerke à 194m,87 serait du sable calcareux cohérent, ou même de la marne blanchâtre, comme il y en avait des strates dans l'argile ligniteuse landenienne à Ostende.

Ceci sous toutes réserves (3).

Rappelons aussi que nous avons rencontré à 168m,90, au sondage de

(1) Coquilles remaniées.

(2) *Bulletin de la Société*, t. I. (MÉM. pp. 8 et 9.)

(3) Cette interprétation et celle qui précède relative aux couches naguère considérées comme « silex » pour des roches dures rencontrées de 171 à 191 mètres au puits de Mariakerke, et qui fait des 61 mètres inférieurs de ce puits tout simplement du Landenien, se rencontre avec celle qui vient d'être signalée, avec examen des échantillons à l'appui, par M. Van den Broeck, à la séance du 26 février dernier. Voir page 73, note 1.

la rue Charles-Quint, à Gand, une pierre très dure qui ne fut pas percée, probablement un grès semblable à ceux d'Ostende.

Au point de vue paléontologique, les découvertes ont été plus intéressantes. Nous avons trouvé dans le Landenien supérieur de nombreux fossiles, dont quelques-uns sont nouveaux pour la faune belge.

Les déterminations sont de M. Leriche (1), qui s'occupe tout spécialement de la faune sparnacienne.

GASTÉROPODES

Tritonidea lata Sow. r.
Potamides funatus Mant. c.
Melanopsis buccinoidea Fer. c.
Faunus curvicostatus Desh. c.
Melania inquinata Defr. ar.
Stenothyra miliota Mellev. r.

PELÉCYPODES.

Cyrena cuneiformis Fer. cc.
Cyrena sp.
Ostrea sparnacensis (2) Defr.
Ostrea bellovacina Lam.

SPONGIAIRES.

Cliona erodens Dollf. c.

M. Leriche ajoute en note : « Dans un forage fait à Gand, MM. Re-
» nard et Vincent (*Annales de l'Association des Ingénieurs sortis de*
» *l'École de Gand*, t. XX, p. 70, 1896-1897) ont signalé sous l'argile
» ypresienne, dans les couches traversées de 152 à 171 mètres, la pré-
» sence de *Melania inquinata*, *Cyrena cuneiformis*, *Melanopsis sodalis* et
» *Ostrea submissa*. Ces deux dernières espèces n'ont pas encore été
» rencontrées en France dans l'étage sparnacien.

» *Melanopsis sodalis* des sables de Châlons-sur-Vesle est assez voisin
» de *Melanopsis buccinoidea*, qui est très commun dans les lignites du
» Soissonnais.

(1) *Annales de la Société géologique du Nord*, t. XXVIII, pp. 280 et suivantes. (Séance du 22 novembre 1899.)

(2) Les débris d'huitres sont extrêmement nombreux; quelques rares fragments se prêtent seuls à une détermination spécifique.

» Quant à *Ostrea submissa,* elle se rencontre, en France, dans les » sables de Cuise et dans le calcaire grossier inférieur. »

Malgré ces légères différences fauniques, il est probable que les couches d'Ostende et de Gand appartiennent au même horizon géologique (1).

Au sondage du *Royal Palace Hotel,* la base de l'Ypresien est formée de coquilles brisées et remaniées; la même couche a été rencontrée au sondage de la ville d'Ostende (2). A Gand (puits artésien de la ville), une couche graveleuse avec débris de coquilles constitue également la base de l'Ypresien (3).

Au *Royal Palace Hotel,* la base de l'Ypresien se trouve à la cote — 165.80. Au sondage d'Ostende-Ville, distant de 1,700 mètres environ dans la direction est-nord-est, cette même base se trouve à la cote — 175.50. Remarquons qu'en ce point, la couche avec cailloux commence à la cote — 166.50 pour se terminer à — 175.50. La pente kilométrique dans cette direction est donc de 5 mètres.

Au puits artésien de Blankenberghe, à 18 kilomètres environ dans la même direction, la base de l'Ypresien se trouve à la cote — 237. L'inflexion n'est plus que de $5^{m},33$, soit de moitié moindre.

Au *Royal Palace Hotel,* l'étanchéité du puits dans la traversée des couches perméables supérieures est absolue.

Son débit à la cote 10 est de 20 litres par minute; le niveau hydrostatique de la nappe aquifère se trouve donc au moins à la cote 12.

MM. Rutot et Van den Broeck ont publié, dans les *Annales de la Société,* une Notice des plus intéressantes sur la composition chimique des eaux artésiennes (5).

Elle comprend en outre de nombreux détails sur le puits artésien de la ville d'Ostende.

Il serait intéressant de comparer les analyses faites à cette époque avec celles de mes collaborateurs. Nous prendrons la liberté d'y renvoyer le lecteur.

MM. Rutot et Van den Broeck nous donnent aussi les niveaux

(1) On n'a pas signalé ailleurs les psammites très durs, qu'il a fallu percer par percussion.

(2) *Bulletin de la Société,* t. I. (Mém. p. 4.)

(3) *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Gand,* t. XX. p. 70.

(4) *Bulletin de la Société,* t. II. (Mém. p. 260.)

(5) *Bulletin de la Société,* t. IV. (Mém. p. 172.)

hydrostatiques des différentes nappes aquifères rencontrées au forage d'Ostende-Ville. Soit :

Première nappe	à 173 mètres du sol :	cote d'équilibre			+ 8.14.
Deuxième —	à 185	—	—		+ 9.54.
Troisième —	à 299	—	—		+ 11.29.

Le niveau hydrostatique de 11^{m},29 au-dessus de la basse-mer est considéré comme la résultante des trois nappes.

On remarquera que pour les nappes landeniennes, les niveaux sont inférieurs d'au moins 2^{m},50 à celui constaté au *Royal Palace Hotel.* Cette différence, inexplicable à aussi courte distance, nous a donné la raison d'être des faits suivants, attribués à l'*influence de la marée.* Nous résumons :

On aurait constaté que la venue d'eau aurait augmenté jadis avec la pleine mer, que le niveau hydrostatique se relèverait de 0^{m},12 à 0^{m},15, pour revenir ensuite à son niveau primitif.

Un jaugeage fait à la marée haute accusait un débit de 80.000 litres par vingt-quatre heures, et un autre jaugeage, fait à marée basse, en révélait un de 145,000 litres pendant le même espace de temps.

« Les membres de la Commission, dans leur rapport du 12 mars,
» pensent que la relation entre les variations du niveau et son débit
» avec la marée proviendraient de ce que les couches renfermant les
» nappes artésiennes viennent affleurer au fond de la mer dans leur
» prolongement ouest. »

L'influence de la marée n'est point discutable ici, mais cette influence peut se manifester de deux manières fort différentes, soit en pesant sur l'affleurement des couches, comme le pensaient les membres de la Commission, soit en s'opposant aux fuites dans la couche superficielle perméable. La première influence peut être désignée sous le nom d'*influence de fond.*

Toutefois, cette *influence de fond* ne peut expliquer de telles différences de débit dans le cas qui nous occupe. Elle peut être sensible lorsque les puits ont leur source dans les roches fissurées (1) ayant leur

(1) Laurent et Dégousée (*Guide du sondeur,* t. I, p. 38) nous disent que la fontaine jaillissante de Noyelle-sur-mer et toutes celles forées dans les environs d'Abbeville, montent et baissent avec la marée. Il rappelle qu'Arago fit faire des observations analogues au sujet d'un puits artésien à Lille. Observons que les premières ont leur source dans les fissures du Crétacé et le puits artésien de Lille dans celles du calcaire carbonifère, ce qui explique ces variations de débit. L'eau circule, non dans les pores d'une couche perméable, mais dans de vrais canaux souterrains.

débouché à peu de distance dans la mer; mais, à Ostende, les sables landeniens sont recouverts par une puissante couche d'argile ypresienne, dont la zone d'extension est énorme. Les affleurements sous-marins des sables landeniens, s'ils existent, doivent se trouver à une distance telle d'Ostende, qu'une surcharge de 3 à 4 mètres, par suite de la perte de charge sur une si longue distance, doit être à peu près sans influence notable sur le débit (1).

Cette influence aurait dû se manifester au sondage du *Royal Palace Hotel*, où rien de sensible ne fut constaté. Elle devrait même s'étendre dans l'intérieur des terres, où elle n'a été signalée que dans les fissures du calcaire carbonifère.

Enfin, les variations de niveau, produites pendant le cours des saisons, dans les nappes phréatiques, ne paraissent influencer que d'une manière absolument insensible le débit des sources, lorsque ces mêmes nappes, en s'enfonçant dans le sol, deviennent artésiennes. Une faible surcharge, soit dans la zone d'affleurement des nappes perméables sableuses, soit en leur point de déversement dans le fond des mers, ne peut donc avoir qu'une influence minime lorsque les points d'affleurement et de déversement sont distants de 100 kilomètres et plus, et le débit ne peut varier du simple au double, comme on l'a constaté au puits d'Ostende-Ville.

L'influence de la marée devait donc se manifester d'une autre manière, en mettant obstacle à l'épanchement de la source dans les couches perméables supérieures à l'argile ypresienne, par manque d'étanchéité des tubages. Nous la désignerons sous le nom *d'influence de surface.*

Cette *influence de surface* ne peut produire ses effets que dans la zone où le sable dunal s'imprègne rapidement d'eau et la laisse échapper avec la même facilité, soit donc dans une zone restreinte, celle où est situé le puits artésien d'Ostende-Ville. Il y avait donc une fuite variable avec la charge (3); il nous sera facile de le démontrer. Il est établi que les débits sont proportionnels aux charges à partir d'un point donné et peuvent être déterminés graphiquement par une ligne droite. On prend donc les hauteurs pour ordonnées et les débits pour

(1) A Grenelle, la perte de charge due à la masse filtrante est d'environ 56 mètres. (DUPUIT, *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, p. 101.)

(2) DUPUIT, *Traité théorique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux*, p. 101.

(3) Voir aussi DUPUIT, *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux*, pp. 284 et suivantes.

abscisses pour obtenir la ligne des débits. Le débit maximum d'Ostende-Ville étant, à la cote 6.37, de $100^l,8$ par minute et le niveau hydrostatique à ce moment de $11^m,29 + 20$, la figure graphique nous donne les débits, par minute, à tous les niveaux; soit 80 litres par minute à la cote 7.40; 60 litres par minute à la cote 8.48; 40 litres par minute à la cote 9.44; 20 litres par minute à la cote 10.46 et 0 à la cote 11.49.

Le débit de $0^l,926$ par seconde, soit $55^l,5$ par minute à marée basse à la cote 6.37, se trouve à la cote 9 environ au moment de la marée haute. Il s'abaisse donc de $2^m,60$; il devrait en être de même du niveau hydrostatique; or il n'en est rien, celui-ci varie à peine de $0^m,15$ à $0^m,20$.

Cette anomalie prouve à l'évidence qu'il y a une fuite, dont l'épanchement dans la couche perméable supérieure est contrariée par les dénivellations de la marée et qui n'influence que faiblement le niveau hydrostatique.

Passons à présent à l'analyse chimique de l'eau du puits artésien du *Royal Palace Hotel;* celle-ci est l'œuvre entière de mes honorables collaborateurs.

L'eau nécessaire pour les analyses chimiques et bactériologiques fut prise le 2 novembre 1900. Elle possède un goût salé assez prononcé et l'odeur caractéristique des eaux ferrugineuses. Vue en petite masse, elle paraît claire et incolore, mais, en couche plus épaisse, elle est légèrement opaline avec une faible teinte jaunâtre et abandonne, après quelque temps de repos, un léger dépôt silico-ferrugineux. La réaction au papier de tournesol est franchement alcaline.

I. — Analyse de M. C. Klement.

1. — 50 c. c. d'eau donnèrent : *a)* $0^{gr},1397$ de chlorure d'argent et $0^{gr},0030$ d'argent métallique; *b)* $0^{gr},1432$ de chlorure d'argent et $0^{gr},0006$ d'argent métallique.

2. — 250 c. c. d'eau donnèrent $0^{gr},2722$ de sulfate de baryum.

3. — *a)* 100 c. c. d'eau donnèrent $0^{gr},2592$ de chlorure de sodium et de potassium et $0^{gr},0092$ de chloroplatinate de potassium; *b)* 50 c. c. d'eau donnèrent $0^{gr},1291$ de chlorure de sodium et de potassium.

4. — 1 litre d'eau donna $0^{gr},0215$ de silice, $0^{gr},0029$ de peroxyde de fer (avec traces d'alumine), $0^{gr},0112$ de chaux et $0^{gr},0315$ de pyrophosphate de magnésium.

5. — 500 c. c. d'eau furent soumis à la distillation. La première portion distillée

renfermait autant d'ammoniaque que 5 c. c. d'une solution de chlorure d'ammonium (1 c. c. = $0^{gr},05$ NH_3); la seconde portion en renfermait encore autant que $0^{cc},5$ de la solution ammoniacale, et la portion distillée après l'addition de permanganate de potassium encore autant que $0^{cc},6$ de cette solution.

6. — 100 c. c. d'eau demandèrent, pour l'oxydation des substances organiques, $3^{cc},5$ de solution de permanganate de potassium (1 c. c. = $0^{gr},000203$ $KMnO_4$).

7. — 50 c. c. d'eau, évaporés à siccité, laissèrent $0^{gr},1370$ de résidu séché à 110°.

L'eau renferme donc, par litre, en grammes :

	Analyse Klement. a.	b.	Analyse Wauters.
Chlore (Cl.)	$0^{gr},7108$	$0^{gr},7122$	$0^{gr},710$
Acide sulfurique (SO_3)	0,3738	»	0,371
— azotique	faibles traces.		traces.
— azoteux	»	»	»
Silice (SiO_2)	0,0215	»	0,008
Soude (Na_2O)	1,3605	1,3552	1,359
Potasse (K_2O)	0,0178	»	0,018
Chaux (CaO)	0,0112	»	0,011
Magnésie (MgO)	0,0114	»	0,008
Peroxyde de fer (Fe_2O_3) avec traces d'alumine	0,0029	»	0.003
Ammoniaque libre (NH_3)	0,00055	»	0,00012
— albuminoïde	0,00006	»	0,00006
Résidu fixe à 110°	2,7400	»	»
— à 160°	»	»	2,706
Oxydabilité (en permanganate)	0.0071	»	»

D'après ces données, en supposant que le fer s'y trouve à l'état de carbonate ferreux, on peut admettre la présence des substances suivantes :

	Analyse Klement.	Analyse Wauters.
Chlorure de sodium (NaCl)	$1^{gr},1517$	$1^{gr},149$
— de potassium (KCl)	0,0282	0,028
Sulfate de sodium (Na_2SO_4)	0,6635	0,659
Carbonate de sodium (Na_2CO_3)	0,7815	0,790
— de calcium ($CaCO_3$)	0,0200	0,020
— de magnésium ($MgCO_3$)	0,0239	0,017
— de fer (FCO_3)	0,0042	0,004
Silice (SiO_2)	0,0215	0,008
Ammoniaque libre (NH_3)	0,00055	0,00012
— albuminoïde	0,00006	0,00006

L'analyse bactériologique a démontré l'absence de microbes pathogènes et de *bacterium coli*.

Cette eau est donc fortement minéralisée et caractérisée par la présence de sels presque exclusivement sodiques : chlorure, carbonate et sulfate. Elle a une composition tout à fait analogue à celle du grand puits artésien d'Ostende, foré en 1858 et 1859, et dont l'eau a été analysée à différentes reprises (1).

La présence d'ammoniaque libre et surtout d'ammoniaque albuminoïde dans cette eau est assez insolite; à notre connaissance, elle n'a jamais été signalée dans des eaux artésiennes. Dans les eaux superficielles, on attribue généralement cette ammoniaque albuminoïde à une contamination par les produits de putréfaction animale. Mais il serait bien difficile de lui donner la même signification dans une eau provenant de 180 mètres de profondeur et où toute infiltration étrangère est absolument exclue. Est-ce qu'elle proviendrait du lessivage de restes organiques fossiles?

D'ailleurs toute la composition de ces eaux artésiennes du littoral belge, aussi bien que celle de certaines nappes d'eau artésienne de l'intérieur du pays, est encore assez mal expliquée. On admet généralement une infiltration d'eau de mer dans les diverses nappes aquifères, ce qui expliquerait au moins leur forte teneur en chlorure de sodium. Mais comment cette eau de mer s'est-elle débarrassée de ses sels magnésiques et les a-t-elle remplacés par le carbonate et le sulfate sodiques? Voilà des questions qui attendent encore leur solution.

Quant au fer, il pourrait provenir, en partie du moins, de l'attaque du tubage par l'eau alcaline.

Je me permettrai d'ajouter quelques mots incidents au travail si remarquable de mes honorables collaborateurs.

Le puits artésien du château de Westerloo a sa source dans les sables bruxelliens à $187^m,20$.

Il est *jaillissant;* ses tubages sont d'une étanchéité absolue, de manière qu'il n'y a aucune communication possible avec la nappe aquifère superficielle.

Cette eau, d'après une analyse de notre confrère et ami M. Kemna, contient aussi $0^{gr},032$ de matières organiques par litre.

(1) Cf. RUTOT et VAN DEN BROECK : Matériaux pour servir à la connaissance de la composition chimique des eaux artésiennes du sous-sol de la Belgique. (*Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 1890, t. IV, MÉM. p. 170.)

La quantité de sels en dissolution est relativement faible; elle n'est que de 0gr,576, soit à peu près cinq fois moins que celle dissoute dans l'eau de la source landenienne d'Ostende.

Il ne paraît pas douteux que cette matière organique, plus de mille fois centenaire, puisse être encore nuisible.

L'eau saline du Landenien nous donnera peut-être quelques notions sur la composition chimique des eaux lagunaires à cette époque géologique.

LE PUITS ARTÉSIEN

DE LA

PROPRIÉTÉ J. GEVAERT, A AUDENARDE (1)

(1900)

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN.

Cote du rail : 13.50.

		Mètres.	
Terrain remanié			1.80
Quaternaire	Limon sableux jaunâtre	1.50	
	Sable rougeâtre	3.20	
	— argileux	4.50	
	— grossier	0.35	
	— argileux	2.15	
	— avec débris de coquilles et cailloux	0.15	
	Argile sableuse et cailloux	2.70	
			14.55
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	6.80	
	— brunâtre	12.10	
	— plastique	10.15	
	— très dure	17.13	
			46.18
	A REPORTER		62.53

(1) A 30 mètres de la gare, côté opposé à celui des bâtiments.

	Report		62.53
Landenien inférieur.	Sable vert	6.22	
	Argile	6.45	
	— à psammites	13.90	
	Débris de schiste et silex verdis	0.20	
			26.77
Cambrien	Phyllade dur	2.30	
	— tendre	0.25	
	— dur	0.90	
	— tendre	1.85	
	— dur	0.85	
	— tendre	0.95	
	Veine de quartz cristallisé et chalcopyrite	0.85	
	Phyllade tendre	8.55	
	Veine de quartz cristallisé et chalcopyrite	1.35	
	Phyllade dur (non percé)	17.91	
			35.76
	Total		125.06

M. Malaise a bien voulu examiner les échantillons de roches. Elles paraissent appartenir au Cambrien, mais on ne saurait préciser l'assise.

Le terrain primaire a donc été rencontré à la cote — 75.80; les couches tertiaires reposent immédiatement sur les roches primaires, le Crétacé faisant complètement défaut.

Cette profondeur est celle que lui assignent très approximativement les probabilités d'après son allure générale dans cette région (1). La pente vers Gand est donc d'un peu plus de 6 mètres par kilomètre.

La source de sable vert a été rencontrée à la profondeur de 62^{m},50 (2). Dans les roches primaires, nous avons trouvé les sources suivantes :

A 91^{m}85,	source	de 10	litres par minute.	
92.10	—	de 24	—	—
94.60	—	de 6	—	—
96.40	—	de 35	—	—
105.90	—	de 5	—	—
106.51	—	de 10	—	—
Total		90 litres (3).		

(1) *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXVI. *Carte du relief du sous-sol primaire*, par H. Forir.

(2) La source du sable vert a été interceptée avec le plus grand soin pour éviter toute venue de sable, et le jaugeage des sources ayant leur origine dans les fissures des roches primaires a été fait avec le plus grand soin.

(3) Le débit a atteint 100 litres au bout de quelques jours.

s'écoulant à la surface du sol. En déprimant le niveau d'eau de 2 mètres, le débit s'élève à 200 litres par minute.

Il s'ensuit que le niveau hydrostatique de la source ne s'équilibre qu'à une petite hauteur au-dessus du sol, mais qu'il serait facile d'y puiser un mètre cube et plus par minute, l'augmentation étant très forte en profondeur.

D'après une note que le propriétaire a bien voulu nous communiquer, nous avons les renseignements suivants au sujet de la qualité de l'eau.

Dureté passagère	0.15
— restante	1.00
TOTAL	1.15

Un litre contient $0^{gr},556$ de substances minérales; l'eau a une réaction alcaline, qui devient plus perceptible quand on la fait bouillir. Elle ne contient que de minimes quantités de fer.

Cette eau, qui est très douce, est excessivement bonne pour le lavage.

M. *Rutot* fait remarquer, à propos de la première communication de M. *van Ertborn*, que l'épaisseur de 16 mètres attribuée par notre collègue au terrain moderne d'Ostende est exagérée; tourbe comprise, l'épaisseur maximum de ce dépôt ne dépasse jamais 7 mètres.

Dans la plaine maritime, la coupe des terrains montre que le Quaternaire commence directement sous la tourbe et que le terrain moderne s'étend jusqu'au bas de celle-ci. Les couches quaternaires qui se développent sous la tourbe appartiennent au Flandrien.

M. Rutot est convaincu que ce que M. van Ertborn appelle argile polderienne renferme A*lp*1 et A*lr*2, et que sous $13^m,20$ commence immédiatement le Quaternaire flandrien. Celui-ci aurait donc $21^m,10$.

PAUL CHOFFAT. — **Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal.**

L'analyse du manuscrit envoyé sous ce titre par M. *P. Choffat* donne lieu, de la part de M. *E. Van den Broeck*, à la communication ci-après :

A PROPOS DE LA PRÉSENTATION PAR M. P. CHOFFAT

D'UNE

ÉTUDE RÉGIONALE

SUR LA

LIMITE ENTRE LE JURASSIQUE ET LE CRÉTACIQUE

PAR

E. VAN DEN BROECK.

Chargé par notre excellent collègue et ami M. P. Choffat de présenter et de résumer en séance son travail sur les couches de passage entre le Jurassique et le Crétacique du Portugal, couches dont l'échelle stratigraphique régionale et les noms locaux d'étages géologiques sont peu connus chez nous, j'ai craint tout d'abord que cette tâche n'eût été assez ingrate. Il me paraissait assez difficile en effet de *résumer* une étude presque exclusivement consacrée à l'exposé de multiples faits locaux, de variations de facies, etc., dans les diverses régions portugaises considérées et se rapportant à des couches dont les équivalents nous manquent, dont les noms nous sont pour ainsi dire inconnus et dont, enfin, les fossiles appartiennent à un facies faunique très méridional, avec lequel la grande majorité des lecteurs du *Bulletin*, surtout en Belgique, ne sont nullement familiarisés.

Si, malgré ces conditions défavorables, paraissant devoir rendre aride le résumé d'un travail bourré de faits nouveaux et régionaux, l'exposé de M. P. Choffat présente cependant un vif intérêt pour les géologues de tous pays, il le doit surtout aux lumières qu'il vient jeter dans la discussion d'un problème très captivant : celui de la limite entre le Jurassique et le Crétacique, problème qui, en Belgique spécialement, grâce à la découverte du merveilleux gisement de Bernissart et de ses Iguanodons, reste plus que jamais à l'ordre du jour de nos discussions scientifiques.

C'est cette circonstance qui m'a engagé à profiter de l'analyse que je suis chargé de faire, pour entrer dans quelques considérations générales préliminaires, pouvant servir en quelque sorte d'introduction à

l'exposé des observations, des découvertes et des constatations de M. Choffat. Ces considérations auront en même temps l'avantage de montrer de quelle valeur est la contribution du savant géologue de Lisbonne comme donnée précise régionale au point de vue de la question de démarcation des terrains jurassiques et crétacés.

Lorsqu'on envisage l'ensemble des terrains jurassiques au point de vue de l'origine et de la nature des sédiments, on est frappé d'un phénomène assez général et d'accentuation croissante quand on s'élève dans la série stratigraphique : c'est l'augmentation graduelle de l'élément calcaire.

Ce phénomène, dans certaines régions du Jurassique européen, influe même tellement sur la coloration des masses successives dont l'ensemble constitue le Jurassique, que celui-ci a jadis été divisé par *L. de Buch* en Jura noir, Jura brun et Jura blanc. C'est en Souabe, où le phénomène d'intensité décroissante de la coloration est bien accentué, que l'illustre géologue a formulé ce mode de division, qui correspond à une démarcation stratigraphique réelle; c'est en effet assez exactement la classification, ultérieurement adoptée, en *Lias*, *Dogger* et *Malm*.

Dans le Lias, englobant l'Infralias, se trouvent largement représentés des sédiments détritiques noirs ou de couleur foncée.

C'est dans le Dogger ou Médiojurassique, représentant les étages Bajocien et Bathonien et qui correspondent chacun à quatre zones ammonitiques distinctes, que l'on voit apparaître assez généralement des colorations plus claires résultant de l'arrivée graduelle de l'élément calcaire.

Enfin le Malm ou Suprajurassique est très souvent représenté par des marnes et par des calcaires blanchâtres ou blancs, où l'abondance croissante de l'élément calcaire prépare insensiblement l'arrivée des éléments lithologiques si caractéristiques du terrain crétacé.

Cette règle générale offre, bien entendu, des exceptions, car des colorations foncées peuvent régionalement subsister ou plutôt réapparaître jusque dans le Suprajurassique. Tel est d'ailleurs le cas en Portugal.

Ce développement général et graduel de l'élément calcaire dans le Jurassique offre assurément d'étroites relations avec le développement et l'évolution faunique des êtres accompagnant ces sédiments.

On constate même, dans certaines parties ou régions des mers jurassiques, une évolution si graduelle et si continue des éléments de la faune et de la flore, passant de couches nettement jurassiques à

d'autres, non moins certaines de l'Infracrétacé, qu'il devient difficile d'y tracer une limite précise entre le Jurassique et le Crétacique.

Tel est le cas notamment pour le facies particulier méridional et pélagique à la fois, qui s'étend, sans discontinuité ni division sensible, aux deux périodes et qui est connu sous le nom de *Tithonique*.

Il est encore à noter que le problème n'est souvent que déplacé, lorsqu'on le croit à première vue résolu par l'existence d'un *épisode continental* ou fluvio-lagunaire et lacustre, qui vient séparer une faune marine nettement jurassique d'une faune marine supérieure franchement crétacée. Le problème en réalité est alors rendu beaucoup plus difficile et consiste à déterminer l'âge ou parfois les âges successifs des sédiments non marins et de la faune continentale intermédiaire. Tels sont les problèmes captivants du Wealdien dans le sud-est de l'Angleterre, dans le Boulonnais, dans le Pays de Bray, dans le Jura, dans le Hanovre et ailleurs, et celui du Bernissartien en Belgique, pour ne parler que de régions peu lointaines.

Les contrées généralement plus méridionales, dans lesquelles le passage du Jurassique au Crétacique s'est effectué principalement sous forme de dépôts marins pour ainsi dire continus, avec seulement de minimes épisodes locaux d'émersion ou de phases littorales et côtières répartis à divers niveaux, sont, comme éléments de comparaison, d'un intérêt très grand dans l'étude de la question. Bien mieux, en effet, que les séries sédimentaires à facies pélagiques continus, ils permettent des points de comparaison fauniques et paléo-botaniques avec les régions à régressions marines ayant donné lieu, dans l'Europe centrale et septentrionale, à ces grands épisodes continentaux, tels que le Purbecko-Wealdien du sud-est de l'Angleterre et de diverses régions françaises, le Bernissartien et le Wealdien du Hanovre. C'est précisément une série de dépôts marins de passage, jurassiques à la base, crétacés au sommet, parfois côtiers ou littoraux, et même d'émersion, que M. Choffat a spécialement étudiés en Portugal, et c'est de ces couches si intéressantes que traite son travail.

On avait déjà signalé dans cette contrée des dépôts marquant une transition. Des couches suprajurassiques et infracrétacées, toutes deux bien caractérisées, y sont réunies en un même facies rocheux calcaire, d'origine marine; mais il doit y avoir eu, régionalement, dans la masse, des apports accidentels de plantes terrestres, et nous avons ainsi des renseignements sur la flore à un moment caractéristique de l'évolution du règne végétal.

Ces couches constituent supérieurement des horizons crétacés et,

dans leur partie inférieure, le *Malm* ou Suprajurassique portugais, et c'est d'elles en grande partie que traite le travail présenté par notre collègue M. Choffat.

Une autre circonstance vient encore augmenter l'intérêt de cette période; c'est à l'époque du Malm surtout que se dessine assez franchement, en Europe, une différenciation sérieuse des climats suivant la latitude.

Le Malm, en effet, est nettement représenté en Europe par deux grandes provinces marines : une province méditerranéenne et une province boréale, qui toutefois paraissaient déjà esquissées, du moins pour notre hémisphère, pendant le Médiojurassique et même, dans une certaine mesure, dès le Lias.

Seuls les dépôts suprajurassiques se rattachant à la province méditerranéenne ont pu s'effectuer dans des eaux assez chaudes pour permettre la formation des dépôts coralligènes; ceux-ci manquent absolument dans la province boréale, la température y étant déjà trop froide.

L'évolution des végétaux a amené, dans les derniers temps du Malm, l'apparition des premiers angiospermes. On a signalé de cet horizon, en Portugal, un monocotylédone du type *Rhizocaulon* qui, dans le Malm le plus supérieur, est accompagné des Fougères bien connues des horizons wealdiens : *Sphenopteris Mantelli* et *Pecopteris Browniana*.

Comme indication de limite, fournie par la flore, entre le Jurassique et le Crétacé, on paraît généralement d'accord pour localiser, dans les premières assises de l'Infracrétacé, les débuts de l'apparition des *Dicotylédones* ou plantes à feuillage caduc.

Le facies marin du Jurassique supérieur du bassin méditerranéen y a conservé, avons nous dit tantôt, pendant de longues périodes, représentées par de fortes épaisseurs de sédiments, un facies *pélagique* très particulier qui paraît, après s'être continué pendant le dépôt, plus côtier, du Portlandien marin ordinaire du bassin anglo-parisien, avoir *persisté* dans le bassin précité jusque pendant les débuts du Crétacé. Pendant cette curieuse période de stabilité du facies méditerranéen s'opérait, dans nos contrées, la régression marine, faisant émerger au contraire nos régions et celles du Nord et y formant ce vaste ensemble de dépôts continentaux et fluvio-marins, qui sont le Purbeckien, le Bernissartien, le Wealdien anglo-français et celui du Hanovre. Il a été rappelé plus haut que le facies pélagique du bassin méditerranéen, si persistant et si distinct de la succession de couches variables et hétérogènes de l'Europe centrale et septentrionale, constitue ce que l'on

appelle le *Tithonique*. C'est sur cet horizon, très discuté naguère, que des controverses passionnées ont été ouvertes au sujet de l'interprétation à donner à cette série de dépôts, curieusement caractérisés par leurs Céphalopodes et par un groupe de Térébratules perforées du type de *Pygope diphya, P. janitor,* etc.

Pendant que dans le Midi s'épanouissait longuement et paisiblement le facies pélagique, au sein duquel vient s'intercaler la limite entre le Portlandien jurassique et les premiers étages crétacés, d'autres facies étaient représentés au centre et dans le nord de l'Europe, facies dont le sol était moins stable.

En Russie, en Allemagne, spécialement dans le Hanovre, en France, en Angleterre (région du sud-est) et en Belgique, les séries marines, assez souvent côtières et littorales du Jurassique et celles du Crétacique, sont généralement séparées par un important *épisode continental,* en relation d'ailleurs avec des phénomènes de régression assez amples, dont l'ensemble commence à être étudié synthétiquement. Ce qu'il faut noter, c'est que, suivant les régions considérées, l'épisode continental est *très diversement développé.* Sa naissance comme sa fin, délimitées par des régressions et par des transgressions locales ou régionales marines, nullement synchroniques, sont rapportables à des dates géologiques *absolument différentes suivant le cas considéré.*

Tantôt l'épisode continental tout entier a été localisé dans le Jurassique; ailleurs, il a englobé le passage du Jurassique au Crétacique; tantôt encore, l'épisode continental a pu appartenir tout entier au Crétacique.

L'appréciation du synchronisme précis et de l'âge exact des dépôts de cette nature est encore rendue plus difficile par cet autre élément que la faune marine sous-jacente ou suprajurassique n'a nullement partout le même aspect, les mêmes caractères, non seulement à cause du fait ci-dessus signalé de deux provinces marines bien différentes, mais encore parce que beaucoup de régions intermédiaires ont pu se trouver sous l'influence alternante de chacune de ces deux provinces naturelles, et cela au cours de leur évolution géographique pendant les périodes géologiques considérées.

Pour en revenir au Portugal et au travail de M. Choffat, celui-ci nous met en présence d'un vaste ensemble de dépôts suprajurassiques ou du Malm, que l'auteur étudie régionalement avec leurs variations très divergentes dans diverses contrées du Portugal, telles que celle où s'étend la ligne des forts de Torres-Vedras, la région de Cintra, celle des

affleurements d'Ollela et de Bronco, le massif calcaire et le complexe marino-lacustre du cap d'Espichel (Arrabida) et la région de l'Algarve.

Un chapitre spécial est consacré à l'étude des grès à végétaux et fournit à l'auteur l'occasion de dire quelques mots de la flore et de la faune du Crétacique inférieur, ainsi que de l'intéressant gisement de Cercal, à Dicotylées.

Une mention toute spéciale est due à l'*Introduction* du travail, dans laquelle M. Choffat signale l'intérêt que présente l'étude des données stratigraphiques fournies par deux intéressants types peu connus de Foraminifères, naguère trouvés dans les couches à Rudistes des Martigues; Rhizopodes dont la diagnose a été donnée, en 1887, par M. Munier Chalmas, sous le nom de *Dicyclina* et de *Spirocyclina*. Ces deux types spéciaux de Rhizopodes ont été récemment rencontrés dans des couches à Nérinées et à Actéonelles de la Crimée, ainsi que dans le Jurassique supérieur d'Algérie.

En Portugal, où, si l'on en excepte l'Algarve, leur répartition stratigraphique est moins définie, ces organismes paraissent assez caractéristiques d'horizons déterminés, et cela précisément dans les zones stratigraphiques constituant les couches les plus supérieures du Jurassique. *Dicyclina*, en effet, y caractérise nettement les dépôts calcaires supérieurs du Freixialin ou Portlandien proprement dit, tandis que les couches calcaires infravalanginiennes, correspondant au Berriasien (facies marin du Purbeckien et du Bernissartien), contiennent le type rhizopodique *Spirocyclina*. Dans l'Algarve oriental, les calcaires infravalanginiens à *Trigonia caudata* renferment à la fois *Spirocyclina infravalanginiensis* et *Dicyclina Lusitanica*, alors qu'une lacune caractérise cette période dans l'Algarve occidental, où s'était antérieurement montré, pendant le Freixialin, le même mélange des deux formes génériques précitées.

La détermination des niveaux stratigraphiques de ces deux Rhizopodes, qui paraissent avoir, même hors d'Europe, une large extension géographique et qui peuvent servir à déterminer nettement l'âge des couches où on les observe, constitue un des résultats généraux les plus intéressants du travail de M. Choffat, d'autant plus qu'il a constaté ces horizons rhizopodiques au-dessous de couches à faune marine valangienne, servant elles-mêmes de substratum à d'autres dépôts crétacés marins d'âge hauterivien.

Les conditions physiques de la région portugaise dans les temps qui ont suivi le Portlandien ou Freixialin de M. Choffat, ont été fort différentes suivant les régions étudiées.

Ainsi, il n'est guère possible de trouver, pour la période de passage englobant l'Infravalangien ou Berriasien (Purbeckien et Bernissartien de nos régions de l'Europe centrale) et le Valanginien, de bonnes séries stratigraphiques variées et fossilifères, sauf dans la région d'Ollela et Bronco, dans la région de Cintra et, dans une certaine mesure, dans l'Algarve oriental.

Ailleurs il y a, à ces niveaux, soit une grande lacune, comme dans l'Algarve occidental, ou bien d'uniformes et épaisses formations gréseuses privées de fossiles, comme au cap d'Espichel et au sud de Torres-Vedras.

Toutefois, il y a lieu de noter, au nord de cette dernière région, l'existence de puissantes assises de grès argileux et de graviers fournissant, avec une faune marine *in situ*, des débris, amenés par flottaison, de la *flore terrestre*. C'est ce qui se présente notamment dans la région de Cesarida, où ces circonstances permettent une étude de l'évolution paléobotanique, qui a fourni déjà des données bien intéressantes et pourra sans doute être poursuivie, grâce à de nouvelles recherches de l'espèce.

Il serait intéressant de mettre ces résultats en regard des données de la flore purbecko-bernissartienne et de la flore wealdienne de l'Europe centrale, en tenant compte, bien entendu, des éléments différentiels causés par les données climatériques.

Il est à remarquer que le Jurassique du Portugal a fait depuis longtemps l'objet des études de M. P. Choffat. Déjà, en 1884, il avait terminé la description du Malm pour la région au nord du Tage; mais le fait que de nombreuses descriptions paléontologiques restaient encore à faire préalablement, l'avait engagé à différer la publication de son exposé stratigraphique.

De multiples travaux divers l'en ont encore écarté ultérieurement, et seulement certaines parties de la faune ont été décrites successivement par M. Choffat, telles que les Ammonites lusitaniennes de la contrée de Torres-Vedras et une série du Pélécypodes des genres *Pholadomya*, *Arcomya*, *Goniomeris*, *Cardinia*, *Unio*, *Trigonia*, *Nucula*, *Leda*, *Arca*, *Pinna* et *Trichites*.

Les Échinodermes, étudiés par M. de Loriol, ont malheureusement une trop grande extension verticale pour pouvoir être utilisés dans le détail des subdivisions stratigraphiques, et ce que l'on sait actuellement, grâce à MM. Sauvage, O. Heer et de Saporta sur les Vertébrés d'une part et sur les Végétaux de l'autre, ne suffit guère pour aider efficacement aux constatations et aux inductions stratigraphiques.

C'est surtout par suite de la grande extension verticale des végétaux que ceux-ci ne peuvent guère servir à guider le parallélisme de détail.

Par suite de cette pénurie relative des éléments paléontologiques déterminés, le travail de M. Choffat a dû se borner parfois à fournir des listes où dominent encore, pour certains groupes, les appellations génériques. Cependant les espèces dénommées avec certitude permettent d'éclairer, d'une manière satisfaisante, les questions générales.

Le *Malm* portugais se divise en plusieurs sous-étages, qui sont le LUSITANIEN, correspondant aux zones à *Ammonites transversarius, bimammatus* et *tenuilobatus*, le NÉO-JURASSIQUE, comprenant les couches à *Lima pseudo-alternicosta*, le PTÉROCÉRIN et le FREIXIALIN.

Dans l'Europe centrale, le Lusitanien correspond, d'après M. Choffat, à l'Oxfordien et au Séquanien. Les couches à *Lima pseudo-alternicosta* sont peut-être encore du Séquanien, mais elles appartiennent peut-être aussi à la base du Kimmeridgien.

Dans les grès marneux et dans les marnes qui, dans la région du nord de Torres-Vedras, caractérisent le Ptérocérin et le Freixialin, on voit apparaître les éléments d'une faune limnique, intercalée dans des strates à Trigonies, à Cyrènes et à Pholadomyes, qui se retrouvent aussi dans les facies plus calcaires et plus marins des autres régions.

Nous avons vu tantôt que M. Choffat a reconnu, dans l'ensemble des couches calcaires les plus supérieures du Freixialin, le niveau principal de l'intéressant Foraminifère *Dicyclina*, qui dans les calcaires de l'Algarve oriental remonte jusqu'au Valanginien, où l'accompagne *Spirocyclina*.

Dans l'Europe centrale, ces niveaux sont représentés par le Kimmeridgien et par le Portlandien. La netteté de cette assimilation, en ce qui concerne le Freixialin, est même telle que, dans plusieurs de ses derniers travaux, M. Choffat a employé couramment la dénomination de Portlandien pour désigner le Freixialin et l'auteur pense qu'après la terminaison de ses travaux sur le Malm, il pourra sans doute abandonner définitivement cette dernière dénomination régionale.

La description du Crétacique inférieur a déjà été donnée d'une manière très complète par M. Choffat pour la région la plus importante au point de vue de la liaison avec le Jurassique.

Son Infravalanginien, avec les étages superposés du Valanginien et du Hauterivien, est représenté, dans certaines régions, par des formations littorales graveleuses, gréseuses et argileuses, à faune marine, mais avec des apports, par flottaison, d'éléments de la flore terrestre.

Ailleurs, il est constitué par de grandes masses de grès uniformes, sans fossiles. Ailleurs encore, par des calcaires marins, parfois interrompus par des grès avec éléments flottés de la flore terrestre.

Ce groupe (Ptérocérin, Freixialin), pris dans son ensemble, correspondrait, d'après le tableau du parallélisme avec l'Europe centrale, dressé par M. Choffat, d'une part au sommet du Portlandien et, d'autre part, au Berriasien, c'est-à-dire au Purbeckien et, suivant toute apparence, à notre Bernissartien.

Il est assez regrettable assurément que les affleurements portugais de la région Cintra-Ollela, qui montrent le mieux l'ensemble du massif où s'opère le passage entre la faune du Jurassique et celle du Crétacique, soient si difficiles à étudier au point de vue des recherches paléontologiques. On s'y trouve précisément en présence d'assises très uniformes de calcaires durs, dont il est très ardu de dégager les fossiles.

Parlant des assimilations des couches supérieures étudiées par lui avec les dépôts classiques de l'Europe centrale, M. Choffat dit que le Berriasien, c'est-à-dire l'horizon marin méridional français et alpin qui correspond à la partie supérieure du facies marin septentrional, qui est l'Aquilonien de M. Pavlow (1), et au facies continental dit Purbeckien (auquel doit également sans doute s'assimiler notre Bernissartien), correspond certainement à l'Infravalangien portugais, mais il ajoute qu'il n'est pas certain qu'une partie du Freixialin ne doive pas lui être rapportée également.

Si, dit M. Choffat, on voulait se baser sur l'analogie des faunes et surtout sur *Dicyclina* et *Spirocyclina* pour réunir l'Infravalanginien au Jurassique, il faudrait se résigner à admettre la présence abondante de *Trigonia caudata* dans le Jurassique.

Ceci constitue peut-être une difficulté moindre que le croit M. Choffat, mais je laisse à d'autres, plus compétents, le soin de se prononcer sur ce point spécial.

D'un autre côté, ajoute M. Choffat, on ne peut faire entrer le Freixialin supérieur (à *Dicyclina*) dans le Crétacique, car la majeure partie de sa faune est *franchement jurassique*.

La flore montre aussi un passage insensible entre les deux systèmes.

(1) L'Aquilonien est le facies marin boréal non seulement du Purbeckien ou Portlandien supérieur, mais de l'ensemble du Portlandien.

« En conclusion, termine l'auteur, il faut admettre que la limite entre les systèmes jurassique et crétacique, généralement très accentuée, n'est qu'une limite conventionnelle dans certaines régions du Portugal, comme c'est du reste le cas dans quelques contrées des Alpes. »

Le tableau stratigraphique, très détaillé, qui termine le Mémoire de M. Choffat, fournit pour chacune des régions du Portugal, dont le Malm a été étudié par l'auteur, des détails très précis sur les variations régionales du facies des dépôts et montre qu'à de minimes distances la nature et l'origine des dépôts, ainsi que les éléments de leur faune, subissent des variations qui réclamaient absolument l'étude détaillée et consciencieuse qu'en a faite M. Paul Choffat.

* * *

L'Assemblée, après l'audition de la communication qui précède, vote l'impression du travail de M. P. Choffat aux *Mémoires,* après quoi M. *Van den Broeck* demande à présenter quelques considérations au sujet de la communication de M. G. W. Lamplugh, résumée page 54, dans le *Bulletin bibliographique* annexé à la séance du 15 janvier 1901 dans nos Procès-Verbaux.

M. Van den Broeck s'exprime comme suit au sujet de cette note :

QUELQUES MOTS

CONCERNANT LES RÉCENTES DÉCLARATIONS DE M. LAMPLUGH

AU SUJET DE

L'AGE DU WEALDIEN

PAR

E. VAN DEN BROECK

La Note de M. Lamplugh, intitulée : *L'âge du Weald anglais,* parue dans le *Geological Magazine* d'octobre 1900, est la reproduction d'une communication faite par l'auteur à la session de septembre 1900 tenue à Bradford par la *British Association.* Elle figure, pages 766-767, dans le rapport de cette session sous le titre : *Note on the Age of the English Wealden Series.*

Au courant des communications successives que j'ai faites en 1898,

1899 et 1900 à la Société et ailleurs sur l'âge de nos dépôts bernissartiens, qui jusqu'ici avaient été rattachés d'une manière générale au *Wealdien*, j'ai exprimé, sur l'âge de cette dernière formation, des vues dont la véritable portée paraît, d'après ce qu'il m'est revenu, n'avoir pas toujours été exactement interprétée; je tiens donc à profiter de l'occasion que me fournit l'exposé de M. Lamplugh pour en faire une mise au point plus précise.

Je m'empresse tout d'abord de dire que je suis parfaitement d'accord avec mon savant confrère du Service géologique anglais dans les parties essentielles de son argumentation et sur ses conclusions.

Nos divergences de vues sont absolument secondaires, et s'il est un point essentiel sur lequel certains croient peut-être que nous envisageons les choses différemment, c'est uniquement par suite du *malentendu* que pourrait faire naître éventuellement une expression employée par moi dans un sens dont l'interprétation semble réclamer quelque éclaircissement. C'est cet éclaircissement que la présente Note a pour but de fournir, après quelques données générales sur la question que je désire rappeler ici, à l'occasion de la publication de la Note de mon savant confrère anglais.

M. Lamplugh signale que les auteurs qui, dans diverses contrées, se sont occupés de la limite entre le Jurassique et le Crétacé, ont été assez naturellement amenés à chercher des points de comparaison dans le Weald anglais.

Or, l'étude des éléments de la faune et de la flore de celui-ci a, dans ces dernières années, dévoilé des affinités nettement jurassiques. La conclusion générale qui en a été tirée est que « le Wealdien » serait jurassique et non crétacé.

Si à ces faits l'on ajoute que des dépôts des régions voisines, franco-belges, tels que ceux du Boulonnais et du Hainaut belge (Bernissart), que l'on était accoutumé à rapporter sans discussion au Wealdien, ont de leur côté montré tout récemment, par l'étude de leurs éléments fauniques, qu'ils possèdent, *à un plus haut degré encore* que les niveaux fossilifères du Weald anglais, des affinités jurassiques accentuées, cette conclusion sur l'âge jurassique à attribuer au Wealdien paraît s'imposer de plus en plus.

C'est contre cette interprétation trop exclusive, et à tort trop généralisée, que s'élève avec raison M. Lamplugh.

Le point capital de son argumentation, sur lequel je suis entièrement d'accord avec lui, est celui-ci :

L'ensemble de la formation wealdienne du sud-est de l'Angleterre est

constitué par un horizon inférieur, principalement sableux, d'accumulation sédimentaire *assez rapide* et où les influences marines se font encore sentir. Au-dessus vient un énorme paquet, de 1.800 pieds d'argiles, surtout lacustres, et représentant *une durée sédimentaire considérable.*

Or, le raisonnement qui cherche à attribuer au Wealdien *en général* un âge jurassique s'appuie pour ainsi dire EXCLUSIVEMENT sur les affinités jurassiques de la faune et de la flore de l'horizon sableux inférieur ou *des sables de Hastings*. C'est presque uniquement de ces niveaux inférieurs, sous-jacents à l'énorme masse de l'argile wealdienne, que proviennent les vestiges organiques dont l'étude a fait reconnaître les affinités *nettement* jurassiques.

M. Lamplugh est donc parfaitement en droit de dire que la conclusion que l'on a tirée de cette étude a été à tort trop généralisée et ne peut s'appliquer en rien à l'horizon supérieur, spécialement continental, qui est constitué par l'argile lacustre du Weald supérieur.

Passant ensuite à des considérations d'ordre stratigraphique et tenant compte surtout des relations de ces dépôts avec la succession de certains dépôts marins reliés latéralement à ceux du Weald, il arrive à fournir de sérieuses présomptions en faveur de l'attribution au Crétacique, d'une grande partie au moins, de cette série supérieure de l'argile lacustre wealdienne.

M. Lamplugh conclut en disant qu'il y a tout lieu de croire que dans les couches d'estuaire ou d'eau douce du Weald, nous devons trouver représentée *toute la période* qui s'étend du Portlandien supérieur jusqu'à l'Aptien. Il serait donc inexact d'attribuer la série entière soit au Jurassique, soit au Crétacé inférieur.

« Les dépôts, dit-il, considérés comme wealdiens en Belgique, en Allemagne et en France, ne paraissent pas occuper une aussi grande extension verticale. Ils représentent probablement différents stades de la période d'après leur disposition géographique, et nulle part on n'y rencontre l'indication d'une continuation prolongée des conditions d'action des eaux douces. »

Ceci revient précisément à confirmer ce que je disais tantôt à propos de l'analyse du travail de M. Choffat, savoir que l'*épisode continental* s'est à la fois déplacé dans l'espace et dans le temps et s'est diversement amplifié ou restreint suivant les régions européennes considérées.

Dans la région classique du Weald anglais, l'épisode continental englobe à la fois les derniers temps du Jurassique (Purbeckien et horizon des sables de Hastings) et les premiers temps du Crétacique

(masse principale de l'argile lacustre du Weald). Dans le Boulonnais, l'épisode continental, qui s'était déjà manifesté, à diverses reprises, par des influences côtières et littorales accentuées dès les temps portlandiens moyens, date surtout des derniers horizons jurassiques, sans doute rapportables au Purbeck.

En Belgique, le cas est quelque peu différent, et M. Lamplugh n'est plus tout à fait en droit de dire que l'on n'y constate pas la « continuation prolongée des conditions d'action des eaux douces ».

Nous sommes, en effet, dans la région du Hainaut, en présence d'une longue phase d'émersion et de conditions continentales, datant depuis la fin du Houiller jusqu'au Cénomanien (1).

Certes, c'est là un épisode continental d'une énorme durée et d'une ampleur qui évoque l'idée de la généalogie prolongée, et sans doute continue, d'une faune continentale ayant lentement évolué au travers des âges géologiques successifs et si nombreux pendant lesquels le Hainaut a été préservé des invasions marines.

Mais cette période, par sa durée et par sa complexité même, constitue le cadre immense et tout à fait disproportionné de la très minime série sédimentaire continentale que constituent les sables et les argiles d'Hautrage, ainsi que l'argile à Iguanodons de Bernissart.

Mais nous pouvons négliger ce cadre continental, si vaste dans son extension stratigraphique ou verticale, pour ne nous attacher matériellement qu'aux seuls dépôts qui, tels que les tous derniers précités, nous ont fait connaître des éléments fauniques et paléo-botaniques permettant d'en apprécier l'âge.

C'est seulement de cette manière que, pour les gisements belges *actuellement connus,* nous pouvons dire, d'accord avec M. Lamplugh, qu'ils représentent un stade très court par rapport à l'extension stratigraphique verticale des dépôts wealdiens d'Angleterre.

Quant à la conclusion, qui paraît assez justifiée, de M. Lamplugh sur l'âge probablement crétacé de la majeure partie de l'argile lacustre du Wealdien anglais, elle n'a aucune influence sur la question de l'âge de nos argiles de Bernissart.

En effet, c'est par l'étude des éléments de la faune et de la flore de ce dépôt spécial et par l'examen de leur *degré d'évolution faunique* et

(1) D'après les découvertes récentes de M. J. Cornet dans la région septentrionale du bassin houiller à l'ouest de Mons, la rentrée, au moins partielle, du régime marin remonterait déjà localement à l'Albien et peut-être même à l'Aptien. Ces horizons seraient du moins représentés dans le complexe recouvrant le Bernissartien et qui est connu sous le nom de « Meule de Bernissart ».

de leurs affinités, nettement jurassiques, que je suis arrivé à cette conclusion qu'ils doivent être ANTÉRIEURS à ces dépôts de Hastings ou du *Wealdien inférieur*, dont *MM. Marsh, A. Smith Woodward* et *Seward* ont reconnu les affinités franchement jurassiques. Si d'ailleurs l'Angleterre pouvait nous offrir, dans les éléments de la faune et surtout de la flore, encore trop peu connue, du Purbeck, des points de comparaison suffisants, il n'est pas douteux que l'âge purbeckien de notre Bernissartien ne pourrait plus même être mis en discussion.

Quant aux affinités de la faune et de la flore du Bernissartien type avec les éléments biologiques fournis par l'horizon de Hastings et quant à celles qu'on lui découvrira peut-être même avec les dépôts lacustres du Wealdien supérieur ou crétacé, il n'y a à cela rien que de très naturel.

D'abord, l'horizon des sables de Hastings contient, comme celui de Bernissart, des éléments fauniques et paléo-botaniques d'âge et d'affinités jurassiques nettement reconnues; ensuite les premières faunes et flores crétacées, telles que celles sans doute de l'argile lacustre du Weald, devaient *forcément* tirer de leurs *ancêtres directs jurassiques* un facies qui n'en pouvait être guère distinct, à cette période de début ou de simple continuation continentale des temps crétacés.

J'arrive maintenant à la crainte de malentendu signalée tantôt.

Le Procès-Verbal de notre séance du 20 mars 1900 fournit (t. XIX, 1900, P.-V., pp. 70-73) mon *Résumé* d'une communication parue la même année aux *Mémoires* (pp. 39-112) sous le titre :

Les dépôts à Iguanodons de Bernissart et leur transfert dans l'étage purbeckien ou aquilonien du Jurassique supérieur.

Le titre du résumé est : *La question de l'âge des dépôts wealdiens et bernissartiens. Pourquoi, dans la nouvelle édition de la Carte géologique de la Belgique, les dépôts à Iguanodons viennent d'être classés dans le Jurassique supérieur.*

Parlant, dans ce Résumé, du résultat synthétique des études paléontologiques de MM. Marsh, A. Smith Woodward et Seward, et qui leur ont fait reconnaître les affinités nettement jurassiques des fossiles du Wealdien anglais, étudiés par eux, je qualifie celui-ci de *Wealdien type*. Or, c'est là qu'une erreur d'interprétation pourrait être à craindre, bien que j'aie nettement indiqué, dans ce même Résumé, que les conclusions des savants paléontologistes précités ne s'appliquent qu'au WEALDIEN INFÉRIEUR, c'est-à-dire à l'horizon des *sables de Hastings*.

Par *Wealdien type*, j'entends ici la formation représentée par les

couches fossilifères étudiées, les seules du reste bien déterminables de la région qui a servi de type à l'établissement de l'étage wealdien.

Je n'avais donc nullement en vue l'*argile supérieure du Weald*, qui n'a pas fourni de faune ni de flore suffisamment représentées pour permettre jusqu'ici d'asseoir une opinion reposant sur des données paléontologiques suffisantes. Pour certains cependant, le Wealdien type pourrait être précisément cette énorme accumulation argileuse lacustre, constituant en réalité la majeure partie de la masse du Wealdien.

Or, nulle part et en aucune circonstance, je n'ai émis, sur l'âge de l'*argile lacustre* constituant le Wealdien supérieur, d'autre opinion que le doute ou la probabilité qu'elle pourrait peut-être correspondre aux débuts du Crétacique ou à une zone de passage au sein de laquelle s'effectuerait, pendant la lente évolution de ce facies continental, le passage du Jurassique au Crétacique.

Voici d'ailleurs, textuellement, ce que je disais page 72 du Procès-Verbal de la séance du 20 mars 1900, après avoir signalé les conclusions des paléontologistes précités sur les affinités jurassiques de la faune du « Wealdien type », *alias* horizon wealdien des sables de Hastings.

« ... les éléments habituellement cités et constituant ce que l'on appelle généralement la faune et la flore du Wealdien, proviennent *presque exclusivement* de l'assise INFÉRIEURE du Wealdien, c'est-à-dire de l'horizon des sables de Hastings. Il reste donc à étudier — et le *Geological Survey* vient précisément de mettre ce travail intéressant à l'ordre du jour de ses recherches — si l'assise SUPÉRIEURE wealdienne, c'est-à-dire l'*argile du Weald,* doit suivre l'assise inférieure — à laquelle d'ailleurs elle passe insensiblement — dans la série jurassique, ou bien doit constituer, soit la *zone de passage* (représentée dans le Weald par un facies essentiellement lacustre) entre le Jurassique et l'Infracrétacé, soit même éventuellement la base de l'Infracrétacé? Ce point, intéressant assurément, *qui reste à élucider* n'a aucun rapport avec la question qui peut, dès aujourd'hui, être considérée comme RÉSOLUE, que le **Bernissartien** est *antérieur* à l'horizon des sables de Hastings et que son correspondant stratigraphique ne peut se trouver plus haut que le Purbeckien du sud-est de l'Angleterre et que son équivalent l'Aquilonien des régions septentrionales européennes (Russie, etc.). »

Comme on le voit par la dernière phrase du paragraphe reproduit ci-dessus, je considérais donc, et je considère toujours comme un point *restant à élucider,* la question de l'âge de l'*argile lacustre ou supérieure wealdienne,* et c'est *ce point seulement* que M. Lamplugh traite dans ses considérations sur l'âge du Wealdien.

D'après lui, cette argile lacustre wealdienne serait positivement crétacée, et il est fort possible que cette opinion soit reconnue justifiée dans l'avenir.

C'est d'ailleurs ce que je prévoyais dans la communication que j'ai faite à la séance du 27 décembre 1898 de la *Société belge de Géologie,* dont un compte rendu, non officiel toutefois, a paru à Bruxelles, en janvier 1899, sous le titre : *Chronique scientifique* (1).

Parlant du grand épisode continental qui, dans le bassin anglo-français, s'est largement développé vers la fin du Portlandien, je disais dans une note de la page 10 de ladite « Chronique scientifique » :

« Considérés d'une manière générale et englobant l'Europe dans son » ensemble, les débuts nettement portlandiens de la grande période » continentale secondaire se rattachent intimement aux âges juras- » siques, tandis que la dernière phase, d'âge wealdien, de cette même » période peut être synchronisée avec des dépôts marins d'âge infra- » crétacé, c'est-à-dire représentant le Crétacé inférieur. »

C'est précisément à cette dernière conclusion qu'aboutit, mais avec plus de netteté encore, M. Lamplugh dans sa récente Note, et l'on voit donc que notre accord est parfait.

Sous le nom de *Wealdien* se trouvent donc complexivement réunis deux éléments successifs, mais distincts dans la chronologie générale :

1° Les SABLES DE HASTINGS, soit nettement jurassiques pour les uns, soit tout au moins à affinités jurassiques pour d'autres, et faisant alors partie de la *série de passage;* 2° l'ARGILE SUPÉRIEURE DU WEALD, principalement lacustre, dont la *base* fait peut-être aussi partie de la série de passage et dont la *masse principale* paraît assez probablement pour moi, très certainement pour M. Lamplugh, être d'âge crétacique. Ce complexe hétérogène du WEALDIEN en général ne peut donc constituer un bon type unique et bien défini au point de vue chronologique et stratigraphique. C'est pourquoi, M. Cornet et moi, nous eussions préféré, d'accord en cela avec de nombreux géologues belges et étrangers, de voir abandonner officiellement, dans l'*échelle stratigraphique belge,* le nom de Wealdien, que la dernière édition de la légende de notre Carte géologique emploie pour ranger, à leur niveau reconnu jurassique, nos couches bernissartiennes.

En ayant rattaché au Jurassique supérieur nos dépôts bernissartiens à Iguanodons, tout en les maintenant sous l'étiquette *Wealdien,* le

(1) *Chronique scientifique. Observations nouvelles sur le gisement et sur l'âge des Iguanodons de Bernissart.* Communications préliminaires. Compte rendu sommaire de diverses communications faites à la séance du 27 décembre 1896 de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Bruxelles, le 25 janvier 1899 12 pp. in-8°.

Comité de direction de la Carte semble laisser croire qu'il partage les vues trop absolues qui consistent à admettre que le Wealdien serait *entièrement* jurassique.

Si je n'ai pas réussi jusqu'ici, au sein du Conseil de direction, à faire adopter le nom d'*étage bernissartien*, naguère proposé par M. J. Purves, repris par Cornet et par moi, employé par d'autres encore, notamment par M. A. de Lapparent (1), je suis cependant persuadé que cette décision *s'imposera* d'elle-même, et la contribution que vient de nous fournir M. Lamplugh, en montrant qu'une bonne partie du Wealdien devra sans doute rester rattaché à la série crétacique, ainsi que je l'avais pressenti en décembre 1898 et en mars 1900, montre combien M. Cornet et moi avions raison de repousser l'assimilation de nos couches à Iguanodons au complexe wealdien, alors que le nom régional de *Bernissartien*, proposé en 1883 par M. Purves (2), était tout indiqué et conforme aux principes de la nomenclature régionale belge suivie dans la légende de notre Carte géologique.

Ce qu'il importe de ne pas perdre de vue, c'est que l'horizon des argiles dites « wealdiennes » du Hainaut, et tout spécialement l'argile à Iguanodons, que le *Bernissartien* en un mot, ne peut être considéré en aucune manière comme représentant l'*ensemble* des formations continentales, lacustres et fluviales correspondant à l'*immense lacune* séparant, dans le Hainaut, le Houiller du Crétacé inférieur.

De même que dans l'état actuel de nos connaissances une minime phase de l'épisode continental précité nous a laissé, comme vestiges appréciables représentant la fin des temps jurassiques, les quelques amas d'argiles et de sables de Bernissart (3) et ceux d'Hautrages, Villerot, Braquegnies, *paraissant* être tous d'un même âge Bernissartien, de même le hasard peut nous faire trouver quelque jour, parmi eux ou ailleurs, des lambeaux de dépôts continentaux pouvant stratigraphiquement se rattacher à l'un ou l'autre stade compris soit dans la phase continentale plus ancienne englobant le Permien, le Trias, le Liasique et les âges jurassiques antébernissartiens, soit dans la phase continentale plus récente, englobant le Néocomien, le Barrêmien, l'Aptien ou même l'Albien ou Gault.

(1) *Traité de Géologie*, 4e édition. Paris, Masson, 1900, t. V, pp. 1213 et 1259.

(2) J.-C. PURVES, *Sur les dépôts fluvio-marins d'âge sénonien ou sables aachéniens de la province de Liége*. (Bull. du Musée royal d'Hist. Nat. de Belgique, t. II, 1883, pp. 153-182, pl. VII.)

(3) Les travaux de reconnaissance minière effectués dans les zones supérieures de dépôts continentaux de Bernissart y ont fait constater la présence de sables aquifères.

Ce sont d'ailleurs des découvertes de l'espèce, dues au hasard et aux travaux d'exploitation minière, qui, dans ces mêmes parages, viennent de faire découvrir, par M. J. Cornet, dans le bord nord du bassin houiller du Couchant de Mons, que la « Meule de Bernissart » n'est nullement, comme on le croyait, un simple facies de la Meule cénomanienne de Braquegnies et lui ont fait reconnaître qu'elle correspond non seulement à l'étage cénomanien au complet, mais qu'elle englobe l'Albien ou Gault, niveau des Blackdown Greensands (Meule de Braquegnies), et peut-être encore l'Aptien.

Si de telles intercalations d'horizons marins peuvent encore enrichir nos échelles stratigraphiques régionales, à plus forte raison peut-on espérer de découvrir, dans ces mêmes régions du Hainaut, des lambeaux, insoupçonnés jusqu'ici, de formations continentales d'âges divers ne se rattachant nullement au Bernissartien jurassique.

Rien ne permet non plus d'affirmer que certaines argiles plastiques, pures, panachées ou bariolées du Hainaut — qui d'ailleurs présentent un facies différent de celles, finement stratifiées, de Bernissart — doivent forcément appartenir, comme celles-ci, au Bernissartien jurassique et d'âge purbeckien. Il conviendra même d'étudier avec soin, à ce point de vue, lesdites argiles, ainsi que les sables et les débris végétaux qui souvent accompagnent ces argiles plastiques du Hainaut, et l'on ne doit pas désespérer d'y faire quelque jour l'une ou l'autre heureuse découverte paléontologique.

Il est à remarquer que dans le pays de Bray, dans la Haute-Marne et dans le Boulonnais, il existe précisément des argiles bariolées plastiques du même type, des sables parfois ferrugineux, d'origine également non marine et qui, comme nos sables et argiles d'Hautrage, étaient, jusque dans ces derniers temps, tous indifféremment, rattachés au Wealdien et exclusivement à la série crétacique.

Ce n'est que récemment que la lumière s'est faite et que l'on y a reconnu des produits d'émersion et de formations continentales dont l'âge, en grande partie, est actuellement rapporté tant au Purbeckien jurassique qu'au Néocomien crétacique.

Le problème, actuellement, peut difficilement être résolu, faute de données paléontologiques, et, dans le Hainaut, de même que dans les régions précitées, ces sables blancs ou ligniteux et parfois ferrugineux, ces glaises plastiques bariolées, blanches, grises, rougeâtres et noires peuvent appartenir à des âges très divers.

De tels dépôts continentaux, fluviaux et lacustres peuvent donc représenter, par places, des formations prébernissartiennes quelconques,

vestiges de la grande phase d'émersion post-houillère et antécrétacée.

C'est ainsi que, lors de la Session extraordinaire de 1880, tenue par la Société géologique de France dans le Boulonnais, MM. Sauvage et Rigaux purent signaler, intercalé entre le Calcaire carbonifère et le Bathonien marin, des dépôts continentaux d'argiles et de sables ligniteux, qui représentent donc les traces d'un épisode continental antérieur ici à la Grande Oolithe.

En conclusion, si, grâce à l'étude de la composition et du degré d'évolution faunique des éléments de la faune et de la flore du gîte de Bernissart, la question du classement stratigraphique peut être considérée comme résolue en faveur *des argiles lacustres de Bernissart* dans le sens d'une attribution nettement jurassique, cela n'empêche nullement que la solution puisse être différente pour les glaises bariolées, les sables d'Hautrages et d'autres localités du Hainaut qui, faute de données paléontologiques précises, ne peuvent être que *provisoirement* rattachées au Bernissartien.

C'est le même cas précisément qu'en Angleterre, où l'âge et les affinités nettement jurassiques de l'horizon fossilifère des sables de Hastings ou Wealdien inférieur, dont MM. Marsh, A. Smith Woodward et Seward ont étudié la faune et la flore, n'ont pas à influer sur la question, restée en suspens, de l'âge probablement crétacé du massif principal de l'argile lacustre qui constitue le Wealdien supérieur.

Dans le sud-est de l'Angleterre aussi bien qu'en Belgique et ailleurs, la question du Wealdien n'est pas *unique*. Elle est *complexe*, et pour un élément résolu du problème, tant en ce qui concerne l'horizon de Hastings que pour celui du Bernissartien, il en reste d'autres ouverts à la sagacité des chercheurs, et la Paléontologie seule est appelée à les résoudre. Mais ce qui semble désormais acquis, bien que la faune du Bernissartien ne soit pas encore entièrement étudiée ni décrite, c'est l'*élimination*, pour ce niveau spécial bien déterminé de nos dépôts continentaux du Hainaut, *de toute assimilation possible à un Wealdien crétacique*.

La phase évolutive représentée à Bernissart est certes *antérieure* à celle de cet horizon inférieur wealdien de Hastings, dont les affinités jurassiques ont été si bien mises en évidence par la Paléontologie, et suivant toute apparence elle représente très exactement le *Purbeckien*.

C'est la même solution, appuyée par les mêmes arguments paléontologiques mais aussi, cette fois, par la stratigraphie, qui s'applique aux dépôts dits « wealdiens » du *Boulonnais*. Ceux-ci d'ailleurs ne paraissent constituer qu'une région d'estuaire et de débouchés fluviaux ayant leur

source sédimentaire détritique au delà des plaines « bernissartiennes » du Hainaut jurassique émergé; soit dans les anciens contreforts montagneux du Brabant, qui les bordaient au Nord et dont la lente désagrégation faisait dévaler les quartzites triturés et les détritus caractéristiques cambrio-siluriens, par la voie des eaux courantes, jusque dans ces parages littoraux et maritimes de la Manche et de la mer du Nord.

Quant à la *possibilité* de retrouver dans le Hainaut l'un ou l'autre représentant des argiles lacustres, sans doute néocomiennes, du Wealdien supérieur ou crétacé, il ne faut la demander qu'à l'étude ultérieure de certains dépôts sporadiques de glaises et de sables d'âge encore indéterminé, tels que ceux d'Hautrage, Villerot, etc., qui, s'il devait en être ainsi, pourraient constituer un étage *Hautragien* ou Wealdien crétacé, bien que toutes les probabilités militent en faveur de leur assimilation au Bernissartien typique et au Jurassique purbeckien.

Déjà l'on peut espérer que la flore de certains d'entre ces dépôts d'argiles continentales du Hainaut, telle que celle, assez variée, des argiles de Braquegnies par exemple, étudiée en ce moment par M. Ch. Bommer, permettra de savoir s'il s'agit ici soit de niveaux jurassiques « bernissartiens », soit de phases plus récentes ou plus anciennes qu'à Bernissart dans l'histoire du grand épisode continental séparant, dans le Hainaut, le Houiller des débuts des temps crétacés.

M. MOURLON et CH. LEJEUNE DE SCHIERVEL. — **Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde et sur son prolongement, le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel.**

M. Mourlon résume dans ses grandes lignes un travail qu'il présente à la Société en collaboration avec M. Ch. Lejeune de Schiervel, et intitulé : *Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde et sur son prolongement, le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel.*

Il fait ressortir, à l'aide d'une coupe à l'échelle du 20 000e exposée en séance et qui n'embrasse pas moins de 60 kilomètres, les progrès réalisés dans l'étude des terrains quaternaires et tertiaires par l'application d'un système de sondage dirigé scientifiquement et exécuté par un personnel compétent. C'est ainsi que pour ce qui concerne les terrains tertiaires, il montre la confirmation de l'existence, dans l'argile de Boom, d'une zone sableuse (R2*cs*) identique aux sables à lignite qui prennent une si grande extension dans le sous-sol du Limbourg.

Plus au sud, on voit apparaître les sables ypresiens avec des lentilles d'argile dont certaines, rencontrées près de Bruxelles, ont été confondues avec l'argile ypresienne (Yc), ce qui n'est pas sans importance pour la question toute d'actualité du « Métropolitain bruxellois ».

Pour ce qui est des dépôts quaternaires, M. Mourlon, après avoir montré la confirmation et le développement des données importantes recueillies sur ces dépôts durant ces dernières années, notamment en ce qui concerne les rapports existant entre les dépôts campiniens, hesbayens et flandriens de la vallée de la Senne, prie M. le Président de bien vouloir accorder la parole à son collaborateur pour donner un exposé du détail stratigraphique.

M. Ch. Lejeune de Schiervel passe en revue les trois termes quaternaires rencontrés au cours de cette étude. C'est d'abord le Campinien; essentiellement constitué par un sable très quartzeux, toujours grossier, souvent graveleux, accompagné de cailloux de nature très variée, plus ou moins arrondis. On y rencontre des fragments de grès bruxelliens, de silex, de quartzites et même, aux environs de Ronquières, des galets de calcaire carbonifère. Mais ce que ce dépôt contient de plus caractéristique, ce sont d'innombrables fragments de phyllades, dont la dimension, allant en augmentant depuis l'embouchure, atteint tout en amont la grosseur du poing. Ce dépôt se rencontre presque sur tout le parcours de la vallée.

Au sud de Bruxelles, et surtout à l'approche des flancs de la vallée, apparaît largement représenté, quand les alluvions modernes ne l'ont pas enlevé, le limon hesbayen avec les cailloux de silex si parfaitement arrondis que l'on trouve à sa base.

Au sujet de ceux-ci, M. Lejeune de Schiervel désirerait attirer l'attention de la Société, et spécialement celle de M. Rutot, qui a tant étudié notre Quaternaire, sur la question qui lui paraît difficile à résoudre et qui se pose au sujet de l'âge relatif de ces limons et de leur cailloutis si différents.

Depuis le Rupel jusque près de Bruxelles se poursuivent deux séries de dépôts rattachés à l'époque flandrienne.

Le dépôt inférieur (*q4m*), constitué par un sable quartzeux assez fin avec de nombreux cailloux de silex, se poursuit depuis le Rupel jusque Bruxelles, sans reparaître plus loin; tout porte à croire que ce dépôt serait d'origine marine.

La partie supérieure présente un passage presque insensible du sable quartzeux fin et sans cailloux au limon. C'est ainsi que s'explique la grande quantité de limon que l'on trouve aux Hautes-Terres de Grimberghen.

M. *Van den Broeck* estime qu'il serait désirable que la coupe géologique soit, dans la planche à publier, mise en rapport avec les données de la Carte géologique, c'est-à-dire qu'elle soit jalonnée, pour permettre de connaître la valeur des éléments décrits au point de vue de leur répartition topographique dans l'ancienne vallée.

Il demande également si l'on s'est occupé de l'étude de la *faune* malacologique des parties tourbeuses et signale l'utilité que cette étude présentera, étant donné qu'à Uccle et ailleurs, dans nos tourbes anciennes, on a recueilli des espèces alpines et autres qui ne se retrouvent plus dans la faune malacologique du pays.

Il résulte d'un échange de vues entre MM. Van Bogaert, Rutot, Van den Broeck et De Schryver, que les travaux de Bruxelles port de mer permettront d'atteindre la profondeur voulue pour rencontrer la tourbe et qu'il sera facile, dès lors, de faire l'étude de sa faune.

Quant à M. Lejeune de Schiervel, il n'a pas, au cours des sondages, rencontré de tourbes anciennes proprement dites, mais simplement des sables tourbeux.

Il est d'accord avec M. Van den Broeck pour repérer topographiquement le tracé de la coupe et même les sondages sur la planche à publier, afin de faciliter la compréhension des divers éléments du diagramme.

M. RUTOT. — **La question de la diversité des facies caillouteux quaternaires dans la Vallée de la Senne.**

M. *Rutot.* — Au sujet des points paraissant obscurs à M. Lejeune de Schiervel et ayant principalement rapport aux différences de composition des cailloutis quaternaires à différents niveaux dans la vallée de la Senne, le fait, très réel, n'a rien qui puisse nous étonner.

En effet, ces cailloutis sont contemporains des diverses phases du creusement de la vallée de la Senne, et ce creusement a été opéré au sein d'un ensemble de couches représentant plus de 100 mètres d'épaisseur et de composition très variable.

Le creusement de nos vallées a commencé dès le retrait vers le nord de la mer pliocène distienne.

Ce sont donc d'abord les dépôts diestiens qui venaient d'être déposés qui ont été les premiers attaqués. Or, la mer diestienne avait amoncelé une énorme quantité de cailloux de silex roulés le long de ses rivages.

Ce sont donc ces cailloux de silex roulés qui constituent l'élément principal des niveaux caillouteux supérieurs.

Dans la suite, l'érosion a attaqué la série des couches éocènes, notamment le Bruxellien, qui renferme une quantité de rognons de grès, et ceux-ci ont été naturellement charriés dans la vallée.

Plus tard, l'Ypresien et le Landenien, très peu épais ou manquants dans la partie haute de la vallée, ont été enlevés et ont mis à découvert la tranche des couches très variées du terrain primaire.

L'approfondissement maximum, qui s'est effectué pendant la première moitié de l'époque campinienne, s'est donc opéré, à partir de Hal, en plein dans les couches primaires. En conséquence, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir le cailloutis inférieur de la vallée, d'âge campinien, être constitué d'éléments quartzeux primaires tout à fait différents des éléments « silex » des cailloutis supérieurs, moséens ou tertiaires.

Le cailloutis campinien a, naturellement, été remanié à l'époque flandrienne, lors de l'envahissement marin qui caractérise cette époque, et ce sont ses éléments qui constituent en certains points la base du Flandrien. Il est tout naturel aussi qu'en d'autres points, le cailloutis campinien soit séparé de son dérivé : le gravier base du Flandrien, par des couches de limon hesbayen.

Quant à la pénétration des eaux de la mer flandrienne dans nos vallées, je l'ai établie nettement depuis 1897 dans mon travail intitulé : *Les origines du Quaternaire de la Belgique,* et j'ai même fourni une carte précise de cet envahissement. J'ajouterai de plus que j'ai pu suivre le Flandrien, facies marin, jusqu'au sud de Hal.

Enfin, M. *Rutot*, répondant à une autre question de M. *Lejeune de Schiervel*, est d'accord avec lui pour considérer comme étant de la fin du Pliocène les cailloux des hauts plateaux des environs de Bruxelles.

La séance est levée à 10 $^3/_4$ heures.

ANNEXES A LA SÉANCE DU 19 MARS 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

E. Hibsch. — **Essai de classification des formations quaternaires de la vallée de l'Elbe, dans le nord de la Bohême.** (Jahrb. d. K.-K. geolog. Reichsanstalt, Jahrgang 1899, Bd XLIX, pp. 641-648.)

Dans la région étudiée, l'action des forces internes a parfois alterné avec les phénomènes normaux sédimentaires.

Les éruptions volcaniques marquent un arrêt dans le dépôt des couches à partir de l'Oligocène supérieur et ont probablement duré jusqu'à une époque très rapprochée de nous. Pendant ce temps, il ne s'est formé dans le nord de la Bohême que des alluvions fluviales et des dépôts éoliens. On peut les diviser, d'après les hauteurs qu'ils occupent et d'après leur constitution et leurs fossiles, en trois étages ou terrasses.

I. — La terrasse supérieure, présentant les alluvions les plus anciennes, que l'on trouve à une hauteur de 60 mètres au-dessus du niveau des eaux actuelles.

II. — La terrasse moyenne, à une hauteur de 60 mètres à 20 mètres, mais descendant parfois jusqu'au niveau actuel de l'Elbe.

III. — La terrasse inférieure, de 20 à 10 mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve.

La terrasse supérieure. — Il convient de commencer son étude par le nord, où la vallée de l'Elbe a commencé à se former. Pendant l'époque oligocène, les eaux fluviales de la Bohême coulaient vers le sud, et c'est dans cette direction également que s'est fait le transport des dépôts glaciaires, alors que le glacier du plateau de granite de la Lausitz s'étendait jusqu'au nord de la Bohême. C'est ce que démontre le limon glaciaire que l'on trouve à Warnsdorf à la cote 465. Les eaux glaciaires s'écoulaient vers le sud et l'ouest et ont couvert une partie de la contrée.

Sur la frontière entre la Saxe et la Bohême, on rencontre, à une hauteur de 150 mètres au-dessus du niveau de l'Elbe, des limons et des dépôts fluviaux qui occupent la surface du plateau du *Quadersandstein*. Ces dépôts datent de l'époque où le glacier s'étendait jusque vers Warnsdorf et correspondent au *stade saxon* de Geikie.

A partir de ce moment, la vallée de l'Elbe commence à s'approfondir, et c'est alors que le fleuve a déposé sur ses rives les blocs glaciaires que l'on rencontre encore dans les parties peu déclives. On y a signalé des silex, du quartzite de Dala et du granite scandinavien.

La terrasse moyenne. – Après le creusement des vallées, il y eut encore un dépôt de fragments de roches transportés par les eaux. On les trouve de 20 à 60 mètres au-dessus du niveau actuel. On y trouve des roches volcaniques, des fragments des laccolithes et des fragments provenant des noyaux de roches primaires situées sur le versant sud du *Mittelgebirge*. Les fossiles qu'on y a signalés sont : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus elaphus*, *Equus*, et des traces de la présence de l'homme.

La terrasse inférieure. — On y trouve des sables micacés et des sables limoneux. La terrasse est partout très distincte, même dans les affluents secondaires. Pendant cette période se sont formés des cônes de déjection où des blocs rocheux se trouvent noyés dans les sables. En plusieurs points, on peut voir les alluvions les plus récentes reposer sur les alluvions moyennes, et il est probable qu'il en est ainsi pour toute la vallée de l'Elbe.

Les dépôts éoliens et leurs transformations. — La formation quaternaire la plus répandue dans le nord de la Bohême est constituée par un limon jaunâtre, qui occupe, à diverses hauteurs, les vallées des rivières, les pentes et les plateaux.

En beaucoup de points, celui-ci se transforme en lœss; sa coloration devient plus claire, sa consistance plus friable et sa composition plus calcareuse. En d'autres points, des couches de sable viennent s'intercaler dans le limon. On a donc affaire ici à une formation éolienne de différentes périodes, qui a été modifiée peu à peu par les eaux courantes, conservant toutefois en certains points sa constitution primitive.

Dans les vallées des rivières, ce limon a subi un stratification parallèle à la surface de leur pente. On rencontre parfois dans le lœss un limon riche en humus, ou des couches de blocs glaciaires. C'est là que l'on trouve, surtout à la base, *Mammouth, Rhinoceros*, *Cervus elaphus*.

Dans les couches supérieures, on rencontre les coquilles des mollusques du lœss et des restes d'animaux de la steppe (rongeurs et antilope saïga). Tous les remaniements du lœss paraissent plus récents que les dépôts de la terrasse moyenne. L'abaissement du niveau par dénudation de la surface du sol a été surtout important pendant la période qui a précédé le dépôt des alluvions des plateaux. On peut estimer qu'elle a réduit le niveau de ceux-ci de plus de 300 mètres.

C'est après cette dénivellation que s'est produit le creusement des vallées. Après le dépôt des couches de la terrasse moyenne, le lit du fleuve n'a plus baissé, et les dépôts de la terrasse inférieure se sont déposés au-dessus de ceux de la terrasse moyenne.

ESSAI DE SYNCHRONISME DES COUCHES QUATERNAIRES
DE L'ALLEMAGNE DU NORD AVEC CELLES DU NORD DE LA BOHÊME.

Noms des stades d'après Geikie et Steinmann.	**Dépôts quaternaires du nord de la Bohême.**		
Stade de Mecklembourg.	Alluvion fluviale la plus récente (Terrasse inférieure.)		? Remaniements récents du Lœss.
Stade de Neudeck (Alemanische Stufe).		? Lœss récent.	
Stade de Pologne.	Alluvion fluviale d'âge intermédiaire. (Terrasse moyenne.)		? Remaniements anciens du Lœss.
Stade helvétique ou du Brisgau.		? Lœss ancien.	
Stade saxon.	Alluvions fluviales les plus anciennes. (Terrasse supérieure)		

V. D. W.

J. W. Anderson. — **Manuel du prospecteur. Guide pour la recherche des gîtes minéraux et métallifères.** Édition française par J. Rosset, ingénieur civil des mines. (Bibliothèque des actualités industrielles, n° 78. Paris, librairie *Bernard Tignol.*)

Encore un petit manuel qui vient en son temps. L'essor industriel qui, à notre époque, pousse l'humanité, sans cesse croissante, à tirer parti des richesses encore inexplorées existant dans les régions peu connues et souvent lointaines, exige l'envoi, dans ces contrées, d'hommes spéciaux, à culture à la fois scientifique et pratique, devant se livrer à la recherche, souvent difficile et laborieuse, des matières utiles, végétales ou minérales.

Mais où trouver ces hommes à connaissances solides et étendues?

Le peu qu'il en existe travaille sans désemparer; mais combien l'offre est inférieure à la demande?

Des hommes pratiques, on en a formé autant qu'il est possible; mais l'exploration industrielle, la *prospection*, comme on dit à présent, n'a que faire des hommes pratiques purs et simples.

Ce sont des hommes de science qu'il faut, des naturalistes, et comme il a toujours été admis jusqu'à présent que l'étude des sciences ne peut conduire qu'au professorat, position restreinte et encombrée comme le reste, on s'est toujours empressé de délaisser cette partie si intéressante des connaissances humaines.

La prospection des gîtes minéraux et métallifères demande de sérieuses connaissances en géologie, en pétrographie, en minéralogie, voire même en paléontologie, et, certes, ce ne sont pas les ingénieurs sortant des écoles spéciales et des universités qui peuvent, actuellement, se flatter d'avoir une compétence quelconque dans ces subdivisions de la science.

Il faut donc, pour satisfaire à la demande toujours croissante, que des hommes pratiques deviennent aussi des hommes scientifiques, sous peine de servir très mal les intérêts, souvent considérables, qu'on leur confie.

Or, où aller chercher les éléments des sciences qui leur manquent?

Dans les traités généraux? Il n'y faut pas songer; dans ces traités de science pure, l'utile et l'inutile, au point de vue de la prospection, sont traités sur le même pied.

Ce qu'il faut, ce sont donc des manuels spéciaux, comme celui dont nous signalons ici l'apparition.

Ce sont des ouvrages portatifs, de véritables *vade mecum*, constituant un résumé condensé mais suffisant du contenu d'une montagne de livres; ouvrages non à lire d'une traite, ce qui n'apprendrait que peu de choses, mais à étudier à tête reposée dans chacune des parties traitant des sujets spéciaux que le candidat prospecteur aurait à aborder.

Le *Manuel du prospecteur* ressemble donc à ces agendas ou carnets d'ingénieurs fournissant toutes les formules de mécanique, d'hydraulique, tous les renseignements dont les ingénieurs-constructeurs peuvent avoir besoin dans les cas multiples qu'ils ont à résoudre; c'est un livre qu'il faut avoir constamment avec soi en voyage pour y recourir chaque fois que l'on est embarrassé.

C'est du reste ce que dit le traducteur dans la préface de la traduction de la huitième édition anglaise de 1900.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la table des matières pour se convaincre de la quantité d'éléments constituant l'ouvrage; aux notions de géologie nécessaires sont ajoutées celles de minéralogie, de pétrographie, de chimie (essais au chalumeau, par voie humide, par voie sèche, etc.), de mécanique (essais physiques etc.), plus des répertoires de trigonométrie, de calcul, d'évaluations et de tout ce qui peut être utile en voyage de prospection et dans le laboratoire.

Tout homme ayant fait des études d'ingénieur pourra donc maintenant se lancer dans la prospection avec chance de succès s'il sait mettre à profit la foule d'éléments renfermés dans le *Manuel du prospecteur* que nous venons de signaler.

A. R.

Quelques renseignements sur le pétrole dans le département d'Oran. (Résumé du rapport de la mission Henry Neuburger. Annexe du *Bulletin de la réunion d'études algériennes*. Paris, 12, galerie d'Orléans [Palais-Royal]; 26 pages in-4°.)

Dans cette brochure, l'auteur s'efforce, non pas de résoudre le problème de la formation du pétrole, mais de donner aux entreprises de recherche et d'exploitation de cette matière bitumineuse une bonne direction et de leur gagner de nouveaux adeptes. S'il commence par une critique assez développée des diverses théories pétrolifères, c'est dû sans doute à des circonstances particulières, car on comprend que, dans la patrie de Berthelot, on juge nécessaire de donner à cette

occasion les raisons probantes pour lesquelles on n'admet, pour la formation de gîtes bitumineux d'une importance industrielle, que la transformation d'amas d'êtres organiques et pourquoi l'on recherche, pour leur exploitation, moins les cassures des terrains que des couches géologiques déterminées. Dans ce but, l'auteur profite adroitement de la circonstance que le système tertiaire, qui constitue le terrain à fouiller en Algérie, renferme les principaux gîtes pétrolifères de l'ancien monde : Caucase, Transcaspien, Galicie et Roumanie.

D'après les constatations de l'auteur, il y a dans le département d'Oran sept crêtes anticlinales tertiaires, parallèles, se dirigeant de W.-S.-W. à E.-N.-E. et déterminant autant de zones pétrolifères. Il décrit en détail les couches rencontrées et donne les résultats de ses fouilles, souvent peu profondes, mais engageant à de nouvelles recherches. Si parfois des forages profonds n'ont pas abouti, la faute en était à ce qu'on avait manqué les couches vraiment pétrolifères. Comme telles, l'auteur considère, en thèse générale, les terrains formant la base du tertiaire (grès inférieurs de l'Helvétien, du Carténien, schistes et grès de l'Éocène, grès, calcaires et sables nummulitiques), comme pouvant contenir différents horizons de pétrole, dont les plus riches se trouveraient à la base. Dans les assises supérieures, le pétrole existe sous forme de poches, et, privé de produits légers, il démontre, par sa nature même, le long cheminement fait depuis la couche véritablement productrice. La nature du pétrole peut, dans ce cas, être considérée comme une véritable indication de la distance qui sépare le point de suintement de la couche productive. Il s'ensuit que, presque toujours, les pétroles de surface se trouvent plus lourds que ceux que l'on obtient en profondeur ; si un puits est foré en bonne place, à mesure de l'avancement il sera très facile d'observer cette règle.

Pour prouver ces assertions, les résultats des analyses des pétroles algériens sont réunis en un tableau qui montre « que, dans les terrains qui se rapprochent le plus de ceux que nous indiquons comme pétrolifères, la densité des huiles décroît; tandis que dans ceux qui, même à proximité de pointements de terrains anciens et même volcaniques (dans le Dâhra, par exemple), mais éloignés de la base des terrains tertiaires, les pétroles présentent tous les signes d'un long cheminement. Tous les pétroles provenant de terrains supérieurs au Carténien, c'est-à-dire tous les pétroles de zones situées au nord du Chélif, présentent le caractère d'huiles lourdes, goudronneuses, pâteuses aux plus hautes températures de l'Algérie. Il faut admettre que la proportion d'oxygène croît jusqu'à une certaine mesure dans ce pétrole par suite de

son exposition à l'air; il y a déperdition correspondante dans la proportion d'hydrogène et même de carbone (et du pouvoir calorique) ».

Le dernier chapitre est consacré au choix du système de forage qui, d'après l'auteur, est très important, car « si des prospections imparfaites n'avaient pas été la cause initiale des insuccès qui ont arrêté l'essor de l'industrie pétrolifère en Algérie, le manque d'outils adéquats à la recherche du pétrole aux grandes profondeurs aurait également préparé, même dans les meilleurs emplacements, de grandes désillusions, que le dépit aurait fait attribuer à la stérilité d'un sol dont la richesse pétrolifère transpire même à la surface ». En considération des circonstances données, l'auteur recommande, pour le commencement de l'exploitation des huiles algériennes, le système de forage canadien, qui pourrait être remplacé plus tard par un mode plus perfectionné.

O. L.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Les grottes de Tanga.

Il existe dans l'Est africain-allemand, nous écrit M. P. Chaudoir, des grottes des plus intéressantes, non encore ou à peine explorées, sur lesquelles je suis heureux de pouvoir vous donner quelques détails.

Elles se trouvent à deux heures de marche de Tanga, dans un pays superbe, recouvert de forêts. L'entrée principale se présente sous la forme d'une immense porte ogivale, d'une dizaine de mètres de haut, s'ouvrant sur une rivière. Immédiatement, la voûte s'élève en une série de nefs de 40 à 80 mètres de haut. Le couloir principal mène à une immense salle d'une superficie égale à la moitié de la Grand'Place de Bruxelles. De là se détachent une infinité d'autres couloirs menant à des salles de moindres dimensions. C'est un enchevêtrement de conduits souterrains à ne pas s'y retrouver.

Le temps et les lumières nous manquant, nous n'avons pu en parcourir que quelques-unes. Nous n'avons pu pénétrer dans certaines salles à cause des chauves-souris qui s'y trouvaient en légions innombrables. Sans exagération, il y en avait par millions; les voûtes en étaient entièrement tapissées, au point que, à première vue, elles paraissaient recouvertes d'une couche noire, qui n'était que l'agglomération de ces vilains animaux. Quelques-uns atteignaient une taille colossale. L'un d'eux, tué d'un coup de bâton, mesurait, les ailes étendues, $1^{m}.30$. Son corps était aussi gros que celui d'une poule. Affolées par la lueur de nos torches, ces chauves-souris se jetaient sur nous et nous ont obligés plusieurs fois à rebrousser chemin. De plus, elles nous inondaient de fiente, pluie d'un genre aussi nouveau que désagréable; leurs cris étaient assourdissants, et il nous était impossible de nous entendre, bien que nous criions comme des sourds. Naturellement, dans les circonstances où nous nous trouvions, toute exploration ou étude sérieuse était impossible; néanmoins, nous avons constaté la présence de très beaux stalactites et stalagmites; la grotte semble avoir été taillée dans le calcaire par les eaux, dont les murs gardent la trace. Le sol est formé de terre d'alluvion et de détritus de chauves-souris. Remarqué un couloir s'enfonçant brusquement sous une pente de 45°. Il y aurait plusieurs étages que cela ne m'étonnerait nullement. La partie inférieure de ces grottes doit même renfermer des lacs ou un cours d'eau, car, à certains moments, une rivière sort par l'entrée principale. Un blanc, le seul qui habite dans les environs, m'a avoué, chose inouïe, qu'il n'avait même jamais essayé de visiter cette merveille souterraine, se contentant de parcourir les premières salles. Elles seules sont connues des résidents de Tanga.

La grotte possède plusieurs entrées; j'en ai compté sept sur une distance d'un demi-kilomètre environ. J'ai même voulu me risquer dans l'une d'elles, mais, après une centaine de mètres, j'ai dû rebrousser chemin, les chauves-souris ayant éteint ma torche. En voulant revenir, je me suis même trompé de chemin, et, après être tombé dans un trou profond d'une dizaine de mètres, j'ai heureusement trouvé un couloir

qui, chose singulière, m'a conduit au jour à une quinzaine de mètres au-dessus de l'endroit où j'étais entré.

Bref, ces grottes me paraissent dignes d'être visitées et explorées, et tout me porte à croire qu'elles valent en importance nos grottes de Han.

(Extr. *Mouvement géographique*, 10 mars 1901, n° 10, 18e année, pp. 118-119.)

Résistance des pierres à la gelée.

La question de savoir si la pierre résiste bien aux effets de la gelée peut être résolue en la plongeant, pendant trente minutes, dans une solution bouillante de sulfate de magnésie et en la faisant sécher ensuite. Si la température n'est pas trop basse ni l'air trop humide, la surface du cube de pierre en expérience se couvrira en vingt-quatre heures d'une couche de cristaux blancs. La cristallisation du sel de magnésie produit les mêmes effets destructeurs que la formation de la glace dans les pores de la pierre.

On laisse déposer la solution de sulfate de magnésie qui contient les fragments de pierre en expérience, on y plonge le cube soumis à l'essai pour dissoudre les cristaux dont sa surface est recouverte; on répète cette opération tant qu'une nouvelle couche se forme.

Si la pierre résiste bien à la gelée, on ne doit retrouver au fond du vase ni écailles ni fragments d'aucune sorte.

Si la pierre est gélive, de petits morceaux seront trouvés au fond dès le début de l'expérience, et le cube de pierre s'effritera le long de ses arêtes. On peut comparer à ce point de vue deux pierres entre elles en évaluant le poids des parties détachées.

Les essais doivent durer quatre jours.

L'emploi du sulfate de magnésie est aussi concluant pour les briques que pour les pierres.

(Extr. *Ann. Trav. publ. de Belg.*, 58e année, 2e sér., t. VI, 2e fasc., avril 1901, p. 273.)

Point juridique relatif à l'entreprise des puits artésiens.

Jusqu'où va l'engagement d'un entrepreneur de fournir de l'eau en forant un puits artésien? Son obligation est-elle limitée en ce qui concerne le débit ou est-elle subordonnée à la nature géologique du sol? *Quid*, si le prix est fixé au mètre courant d'enfoncement?

Dans l'entreprise d'un puits artésien, l'engagement de fournir de l'eau se conçoit aussi bien s'il s'agit d'une convention où le prix est fixé par mètre d'enfoncement que s'il s'agit, au contraire, d'une entreprise à forfait.

L'engagement de l'entrepreneur est nul s'il comprend l'obligation illimitée de livrer de l'eau. Il est valable si l'entrepreneur a le droit de cesser le travail devenu infructueux par suite de la nature des couches de terrain rencontrées; évidemment il ne peut exiger, dans ce cas, l'exécution des engagements du contractant qui étaient le corollaire des siens. Pareille convention a un caractère aléatoire et tout à fait licite (1).

En l'absence d'une stipulation expresse, le puisatier ne saurait être tenu de garantir le rendement du puits (2).

(Extr. *Ann. Trav. publ. de Belg.*, 58e année, 2e sér., t. VI, 2e fasc., avril 1901, pp. 282-283.)

(1) Voy. *Pandectes belges*, v° Entrep. d'ouv., nos 39 et suiv. — Comm. Bruges, 13 juillet 1899.
(2) Voy. *Civ.* Bruxelles, 17 avril 1889, *Pandectes périodiques*, n° 1535.

Recherches du terrain houiller dans le Limbourg belge.

Divers ordres d'arguments militent en faveur de l'existence d'un bassin houiller au nord de celui de Liége : stratigraphie générale des terrains primaires;.considérations fournies par la lithologie et par la paléontologie.

On se demande si les terrains siluriens et cambriens, situés au nord de nos bassins houillers connus, ne forment pas, au delà d'une voûte ou pli anticlinal, une dépression qui laisserait place à l'existence d'une formation carbonifère. La Westphalie nous montre des exemples de développement du terrain houiller sous des formations mésozoïques caïnozoïques; de même le développement du terrain houiller en Angleterre, au nord du bassin du pays de Galles, dans les régions de Manchester et de Newcastle. Nous ne possédons en Belgique que l'équivalent des ondulations du sud du bassin westphalien. celles du nord restant à découvrir. Le bassin de Liége correspondrait au bassin de Herzcamp ou de Witten; le bassin du Limbourg hollandais correspondrait à celui de Bochum, et c'est en longeant le prolongement de l'axe de ces deux bassins que l'on pourrait rencontrer un nouveau gîte houiller au nord du bassin de Liége.

(*Revue des questions scientifiques*, t. XVI.)

Les modifications de la côte nord-est de la mer du Nord pendant la période historique.

L'auteur a consulté les récits des annalistes, les documents conservés dans les archives et, pour les époques plus récentes, les travaux cartographiques anciens. Du temps de Charlemagne, l'île de Borkum, qui est située comme on le sait en face de l'embouchure de l'Ems, était encore réunie à ses voisines actuelles, les îles de Juist et de Norderney, et n'était séparée du continent que par un étroit canal. Il croit que la désagrégation de l'ancienne île de Borkum s'est faite lors de la grande inondation de 1362, qui, d'après les récits des annalistes, a ravagé toute la côte depuis la Zélande jusqu'au Schleswig. Le Dollart, qui communique avec l'embouchure de l'Ems, était encore terre ferme en 1277, et celle-ci fut envahie par les eaux de la mer en 1377. De son côté, le Weser avait formé un delta s'étendant entre le Jade et le Weser actuel, qui en formait un des bras. Les autres ont été asséchés par la construction de digues, travail qui dura jusque vers le milieu du XVIe siècle. Cependant, ici aussi, de fréquentes inondations eurent lieu. La dernière que l'on a signalée remonte à 1717; mais le travail d'endiguement a depuis lors résisté à l'envahissement de la mer du Nord.

(Dr K. KRETSCHMER, *Verhandlung. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin*, Bd XXVIII, n° 3, pp. 172-175.)

SÉANCE MENSUELLE DU 16 AVRIL 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

M. le *Président* dépose sur le bureau le fascicule II, tome XV du *Bulletin* de 1901, lequel contient les procès-verbaux des séances du 26 février 1901, du 5 mars (séance spéciale du « Boulant ») et du 27 mars (Comité spécial du grisou). — Adoptés.

Correspondance :

Le Bureau du Congrès géologique international nous communique les renseignements suivants au sujet du prix Spendiaroff :

Le Congrès géologique international, dans sa séance générale du 25 août 1900, a nommé membres de la Commission du prix international Spendiaroff : MM. Albert Gaudry, président; Marcel Bertrand, sir Archibald Geikie, Karpinsky, Tschernyschew, Zirkel et von Zittel. Cette Commission propose comme sujet de prix pour 1903 : *Revue critique des méthodes de classification des roches.*

Dans la séance du 20 août 1900, le Conseil du Congrès a décidé que les ouvrages présentés pour le concours seront envoyés au Secrétaire général du dernier Congrès, au nombre de deux exemplaires au moins, et que l'envoi sera fait au plus tard une année avant la session suivante. Le Conseil a décidé aussi que le droit de priorité pour obtenir le prix appartiendra aux œuvres traitant les sujets proposés par le Congrès.

Les envois doivent être adressés à M. Charles Barrois, secrétaire général du Congrès géologique international, 62, boulevard Saint-Michel, Paris.

La valeur du prix est de 456 roubles, c'est-à-dire environ 1,200 francs, d'après l'indication de M. Karpinsky.

M. *de Pierpont*, directeur de la Société anonyme de la grotte de Han, annonce qu'il aura le plaisir d'organiser une réception des plus attractives pour les membres de la Société et pour ceux de la Société spéléologique de France qui prendront part à la Session annuelle extraordinaire de 1902 et aux excursions spéléologiques que prépare, à cette occasion, le Bureau de la Société, aidé par un Comité spécial, actuellement en formation.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3290. **Suess, F.-E.** *Eine Bemerkung über die Einwirkung des Erdbebens von Lissabon auf die Thermalquellen von Teplitz.* Vienne, 1900. Extrait in-8° de 9 pages.

3291. — *Studien über unterirdische Wasserbewegung.* Vienne, 1898. Extrait in-8° de 91 pages et 3 planches.

3292. **Toula, Franz.** *Ueber die Katastrophe von Brüx.* Vienne, 1896. Extrait in-12 de 36 pages et 6 planches.

3293. **Bullen, Ash.** *Eolithic implements.* Victoria, 1901. Extrait in-8° de 35 pages et 7 planches.

3294. **Jones, T. Rupert.** *Fossil Phyllopoda of the palæozoic rocks. Fifteenth report of the Committee, consisting of Dr T. Wiltshire (chairman), Dr H. Woodward and Profr T. Rupert Jones (secretary).* Dover, 1899. Extrait in-8° de 3 pages.

3295. **T. R. J.** *James Thomson, F. G. S.* Londres, 1900. Extrait in-8° de 2 pages.

3296. **Jones, T. Rupert.** *History of the Sarsens.* Part II. Londres, 1901. Extrait in-8° de 16 pages.

3297. **Heim, Albert.** *Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895.* Zurich, 1895. Extrait in-4° de 61 pages et 1 planche.

3298. — *Geologische Nachlese.* Nr 2 : *Ueber das Eisenerz am Gonzen, sein Alter und seine Lagerung.* Zurich, 1900. Extrait in-8° de 11 pages et 2 planches.

3299. — *Stauungsmetamorphose an walliser Anthracit und einige Folgerungen daraus.* Zurich, 1896. Extrait in-8° de 12 pages.

3300. — *Die Entstehung und die Textur der Thonschiefer.* Zurich, 1899. Extrait in-8° de 18 pages.

3301. — *Geologische Nachlese.* Nr 3 : *Der Eisgang der Sihl in Zürich am 5. Februar 1893.* Zurich, 1894. Extrait in-8° de 14 pages.

3302. — *Die Eisenerze des Avers und die Manganerze von Oberhalbstein.* Lausanne, 1900. Extrait in-8° de 3 pages. (2 exemplaires.)

3303. — *Geologische Nachlese.* Nr 7 : *Quellerfräge in Schächten und deren Bestimmung.* Zurich, 1897. Extrait in-8° de 17 pages.

3304. — *Project für eine normalspurige Alpenbahn von Chivenna nach Chur. Splügenbahn, von Bob. Moser. Geologisches Gutachten von A. Heim.* Zurich, 1900. Brochure in-4° de 24 pages.

3305. *** *Procès-verbaux des séances du Congrès géologique international (8e session), tenu à Paris du 16 au 27 août 1900.* Paris, 1901. Brochure in-8° de 62 pages.

3306. **Imbeaux, Ed.** *L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition universelle de 1900. Compte rendu des derniers progrès et de l'état actuel de la science sur ces questions.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 346 pages et 76 figures.

2° Périodiques nouveaux :

3307. *Travaux du Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université.* Grenoble, 1899-1900, t. V, fasc. 1, 2 et 3.

3308. *Königl. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte.* Prague, 1900.

3309. — *Jahresbericht.* 1900.

3310. *Geologisches Centralblatt.* Leipzig, 1901, Bd I, n° 1. (Abonnement.)

3311. *The Journal of Geology.* Chicago, 1901, vol. IX, nos 1-2. (Abonnement.)

3312. *Zeitschrift für praktische Geologie.* Berlin, 1901, Hefte 1-4. (Abonnement.)

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

MM. Denil, Gustave, ingénieur des ponts et chaussées, 105, boulevard de l'Hôpital, à Mons;

G. Hasse, étudiant, 52, rue de la Caserne, à Bruxelles.

Communications des membres :

ENQUÊTE
SUR
LES EAUX DE PARIS
PAR

Ad. KEMNA.
Directeur de l'*Antwerp Water Works Company*.

Préfecture de la Seine, direction des affaires municipales. — Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris. — Travaux des années 1899 et 1900 sur les eaux de l'Avre et de la Vanne — Rapport général de M. Duclaux; procès-verbaux de la Commission; rapports annexes. — 1901.

La Commission, constituée par arrêté préfectoral du 1er mars 1899, se compose comme suit :

J. de Selves, préfet de la Seine, président; Chautard, Labusquière, Landrin, Navarre, Ambroise Rendu, conseillers municipaux; Ad. Carnot, membre de l'Institut, professeur à l'École des mines; Dr Cornil, membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine ; Duclaux, membre de l'Institut, directeur de l'Institut Pasteur ; Riche, membre de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie; Dr Roux, membre de l'Institut, sous-directeur de l'Institut Pasteur; Schloesing, membre de l'Institut, directeur de l'École d'application des manufactures de l'État.

Assistent aux séances avec voix consultative :

Autrand, secrétaire général de la Préfecture de la Seine; Defrance, directeur administratif des Services de la voie publique, des eaux et égouts; Hyérard, directeur du cabinet du préfet de la Seine; Le Roux, directeur des affaires départementales; Menant, directeur des affaires municipales; Bechmann, ingénieur en chef du Service de l'assainissement; Babinet, ingénieur en chef chargé des nouvelles dérivations; Geslain, ingénieur des ponts et chaussées, inspecteur du Service des aqueducs; Hétier, ingénieur en chef du Département; Janet, ingénieur au Corps des mines; Dr A.-J. Martin, inspecteur général de l'Assainissement et de la salubrité de l'habitation; Dr Henry Thierry, inspecteur adjoint du même service; Albert-Lévy, chef du Service chimique à

Montsouris; Dr Miquel, chef du Service micrographique à Montsouris; Marboutin, sous-chef du Service chimique; Cambier, sous-chef du Service micrographique; Dienert, chef du Service local de surveillance des sources de la ville de Paris pour la région de l'Avre; Le Couppey, ingénieur-agronome.

Secrétaire de la Commission : Cambier.

Avant de passer à l'examen du travail de la Commission, il est utile de jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'alimentation en eau des 2,600,000 habitants constituant la population de Paris, dans l'enceinte du mur d'octroi. Les renseignements les plus récents ont été réunis par M. Bechmann dans une « Notice sur le Service des eaux et l'assainissement de Paris », rédigée pour l'Exposition de l'année passée (1).

Il y a 7 dérivations, dont 5 très importantes, 25 usines élévatoires d'une puissance totale de plus de 6,000 chevaux, 21 réservoirs d'une capacité supérieure à 800,000 mètres cubes, 2 réseaux complets de conduites publiques de près de 2,600 kilomètres de longueur, avec 26,000 appareils divers et 90,000 prises pour abonnements (p. 71).

Le rapport de la Commission donne le nombre de maisons à Paris, au chiffre de 80,000, dont un peu plus de 8,000 n'ont aucune distribution d'eau, ni de rivière ni de source (p. 98). Les renseignements de ces deux publications officielles ne sont pas tout à fait concordants.

Le tableau de la page suivante condense une série de renseignements, empruntés à la *Notice* de M. Bechmann, sur la capacité des installations et la consommation de 1899, et empruntés au *Rapport* de la Commission pour la consommation de 1898; les chiffres sont les moyennes quotidiennes en mètres cubes.

Le chiffre de 870,000 mètres cubes n'est pas la somme exacte des divers postes; il y a toujours l'une ou l'autre des pompes en réparation, ce qui diminue quelque peu la quantité d'eau de rivière qu'on peut élever.

Les filtres d'Ivry n'ont été terminés qu'au mois d'août 1899 et les travaux de dérivation du Loing et du Lunain étaient encore en cours; plusieurs machines ont été ajoutées depuis 1899.

La capacité totale des 21 réservoirs, donnée comme 800,000 mètres cubes par M. Bechmann dans la *Notice* de 1900, est renseignée dans le *Rapport* de la Commission comme 703,898 mètres cubes; 6 de ces réservoirs, avec 504,725 mètres cubes, sont affectés aux sources; 11 aux eaux de rivière et 4 à l'eau de l'Ourcq.

(1) Librairie polytechnique. Paris, 15, rue des Saints-Pères. 1900. (Prix : fr. 7.50).

	CAPACITÉ.	1898.	1899.
Dhuis (source)	20,000	195,182	210,700
Vanne (source)	120,000		
Avre (source)	100,000		
Loing et Lunain (source)	50,000		
SOURCES	290,000		
Marne filtrée à Saint-Maur	25,000	—	15,600
Seine filtrée à Ivry	35,000		
TOTAL POUR LE SERVICE PRIVÉ	350,000	—	—
Ourcq	150,000	106,124	110,900
Seine	260,000	225,142	247,400
Marne	120,000		
Puits artésiens et anciens aqueducs	7,000	6,929	6,200
TOTAL POUR LE SERVICE PUBLIC	537,000	338,195	364,500
TOTAL GÉNÉRAL	870,000	533,377	590,800
CONSOMMATION MAXIMUM	—	19/8 672,700	20/7 738,000

La première remarque à faire, et la plus importante, est l'emploi exclusif d'eau de source pour le service privé; la deuxième remarque, d'une importance tout aussi considérable au point de vue technique, est la double canalisation. Ces deux principes sont connexes, car l'insuffisance des eaux de source entraîne forcément l'emploi des eaux de rivière, et sans une canalisation distincte, tout l'avantage des eaux de source serait annihilé.

L'emploi d'eau de Marne et de Seine filtrée est une enfreinte au principe de l'emploi exclusif d'eau de source pour le service privé. Les

ingénieurs de Paris n'ont pu s'y résoudre que tout récemment; les filtres de Saint-Maur datent de 1896-1897; ceux d'Ivry de 1899. Jusqu'ici, on n'en est pas encore arrivé à considérer ces installations comme faisant partie intrinsèque du Service; on ne les utilise que comme appoint pendant les périodes de très grandes chaleurs et de consommation extrême, où le volume d'eau de source amené par les aqueducs se trouve temporairement insuffisant; ou bien en cas d'accident aux aqueducs, ou de siège et d'investissement de la ville (p. 138). Pourtant, M. Bechmann reconnaît que le filtrage au sable, appliqué aux eaux de la Seine et de la Marne, les débarrasse des matières en suspension et de la majeure partie des bactéries, au point de les rendre plus limpides et plus pauvres en microbes que les eaux de sources elles-mêmes (p. 76).

On comprend jusqu'à un certain point cette attitude. Le principe directeur qui a guidé les ingénieurs de la ville de Paris est d'assurer l'alimentation privée par une eau naturellement pure; ce principe s'impose facilement à la compréhension des masses par sa simplicité et par son apparente inéluctabilité au point de vue de l'hygiène. Il est bientôt devenu dogme et règne comme tel depuis 1854. L'administration, le corps médical, la population en sont imbus. Joignez à cela la haute valeur de personnalités comme Belgrand et Alphand, et l'on comprend le sentiment du personnel actuel, leurs élèves et leurs continuateurs, pour respecter l'œuvre des devanciers. Des raisons absolument majeures pouvaient seules justifier l'abandon, même partiel, des principes admis pendant si longtemps.

Ces raisons ne manquent pas. Depuis de longues années, les eaux de sources sont fréquemment en quantité insuffisante. M. Bechmann dit que dans les périodes de sécheresse, le volume de 290,000 mètres cubes par vingt-quatre heures peut descendre à 210,000 (p. 76). Et cette diminution du débit coïncide naturellement avec une augmentation des besoins. En réalité, les variations du rendement des sources sont beaucoup plus considérables et le tableau pour les sources de l'Avre (p. 228 du Rapport) du 2 janvier au 24 avril 1900 donne des chiffres allant de 737 litres à 1,826 litres par seconde. Dans la séance de la Commission du 18 mai 1900, M. Bechmann, tout en considérant comme exagérés certains chiffres de variations donnés par M. Albert-Lévy, reconnaissait que les sources de la Vanne varient de 1 à 2 ou 3, et celles de l'Avre de 1 à 3 ou 4; tandis qu'à Vienne la proportion va de 1 à 10 (p. 46).

Il est peu de situations aussi pénibles que celle de l'ingénieur

devant fournir plus d'eau qu'il n'en a. A Paris, on parfaisait le déficit de l'eau de source avec de l'eau de Seine telle quelle. C'est ce qui s'est fait jusqu'en 1898. En 1899, on a pu se tirer d'affaire avec un supplément d'eau filtrée, et l'on pensait, avec quelque raison, que l'achèvement de plusieurs travaux au commencement de 1900 allait assurer la situation. M. Bechmann annonçait à cette époque qu'il était en mesure de faire face à toutes les éventualités. Les événements sont venus donner un cruel démenti à cet optimisme. En juillet 1900, en pleine période d'Exposition, il a fallu rationner la population en supprimant l'alimentation pendant la nuit. La consommation était devenue énorme; la sécheresse était exceptionnelle; et comme on ne voulait plus recourir aux eaux de rivière brutes, il a bien fallu la limiter. Comme on peut bien penser, cette mesure a été vivement critiquée; en bonne justice, on aurait dû au contraire être reconnaissant. L'ingénieur responsable avait le choix entre deux mesures : l'une, dangereuse au point de vue de l'hygiène, mais peu apparente pour le public; l'autre, justifiée au point de vue de l'hygiène, mais constituant un inconvénient très apparent pour tout le monde. L'ingénieur a eu le courage de choisir la seconde. Toutefois, dans les critiques de la presse, il y avait quelque chose de fondé; il est regrettable, après avoir dépensé les millions par centaines, d'arriver à un résultat aussi peu satisfaisant pour la quantité d'eau.

Et ce qui est plus grave encore, la situation n'est guère meilleure au point de vue de la qualité. Il n'est pas question ici des caractères organoleptiques ni de la composition chimique, qui ne sont que des questions secondaires d'esthétique, suivant une expression de Koch; mais les microbes dans les eaux de source sont en nombre souvent considérable, et le fait que certaines de ces sources sont la cause de la recrudescence de la fièvre typhoïde à Paris est démontré à suffisance de preuves.

Le programme des travaux de la Commission résulte de la situation qui vient d'être indiquée. Avant tout, il s'agit de savoir exactement quelle est la qualité de l'eau distribuée à Paris. Il faut donc procéder à des analyses chimiques et bactériologiques. Évidemment, ces analyses ne seraient pas une nouveauté à Paris. Dès la première séance de la Commission, MM. Albert-Lévy et Miquel ont rappelé ce qui se fait actuellement. Le laboratoire de l'Observatoire municipal

pratique une fois par mois pour la Vanne, l'Avre et la Dhuys l'analyse des eaux puisées aux sources mêmes; deux fois par semaine, l'analyse de ces mêmes eaux puisées aux réservoirs de Montrouge, Villejust et Ménilmontant; deux fois par semaine au moins, l'analyse des eaux de la canalisation prises aux robinets des particuliers, aux fontaines publiques, dans les mairies, etc. (combien d'analyses?). Enfin, lorsque le Service d'assainissement de l'habitation signale un cas de fièvre typhoïde ou de diarrhée cholériforme, un échantillon de l'eau qu'a pu consommer le malade est immédiatement prélevé et analysé (p. 16).

Ce n'est pas tout, car il y a en outre un laboratoire municipal (pour les denrées alimentaires) qui s'occupe également des eaux. Son directeur, M. Girard avait, semble-t-il, sa place marquée dans la Commission. Malheureusement, l'entente cordiale ne règne pas toujours entre les divers services; il y a là des rivalités de personnes et des incompatibilités d'humeur dont il faut bien tenir compte si l'on veut aboutir à un résultat pratique. Voilà probablement la raison pour laquelle le Laboratoire municipal a été laissé à l'écart; à la première séance de la Commission, un conseiller municipal en a parlé pour exprimer le regret que ce laboratoire analyse toutes espèces d'eaux apportées par le public dans des bouteilles quelconques, souvent sales, sans se préoccuper de l'origine de l'eau, et M. Bechmann a fait observer que, dans ces conditions, les conclusions à tirer de leur analyse ne peuvent pas avoir une grande portée (p. 17). Que ces critiques soient ou non fondées, il est regrettable que des documents, accumulés depuis plusieurs années, n'aient pu être utilisés.

La répartition des analyses est assez inégale; il y a constamment des analyses de l'eau à Paris même, mais les sources sont examinées une fois par mois. C'est le contraire qu'il faudrait. Les sources d'un même système sont assez différentes; l'une peut être contaminée tandis que les autres restes indemnes; la source de mauvaise qualité peut alors facilement être mise en décharge, sans qu'il en résulte un bouleversement notable dans l'exploitation; l'analyse peut donc avoir ici un intérêt pratique considérable et immédiat. Tel ne sera pas le cas pour l'analyse de l'eau des réservoirs et, *a fortiori*, des canalisations dans l'intérieur des maisons. Aussi, M. Duclaux a-t-il dès le début demandé l'installation de stations volantes pour l'étude des sources sur place.

Il est bien connu que M. Duclaux n'accorde qu'une valeur restreinte, non seulement aux résultats de l'analyse chimique, mais aussi à ceux de l'analyse bactériologique; il n'a guère changé d'opinion et n'a pas

laissé passer une seule occasion de le déclarer. Dans sa lettre au maire du Hâvre, en mai 1900, il déclinait la mission de procéder à des analyses bactériologiques, parce qu'il les considérait comme illusoires quand elles ne sont pas accompagnées d'une étude soigneuse du sol et du sous-sol de la région. Au sein de la Commission, il a fait une condition essentielle de ce côté géologique. La nécessité des études chimique et bactériologique d'un côté, des études géologiques de l'autre, n'a été contestée par personne; mais MM. Albert-Lévy et Miquel ont défendu la thèse que les analyses des réservoirs et de la canalisation à Paris même n'avaient pas l'utilité un peu secondaire qui résulterait de ces considérations, et que le travail dans le Laboratoire central pouvait rester dans une large mesure indépendant de l'enquête géologique. M. Duclaux a été irréductible; il a fait mettre la Géologie au premier plan.

Un autre élément encore a été introduit : une enquête sur les conditions hygiéniques. La statistique des cas de fièvre typhoïde à Paris dans ses rapports avec les divers districts doit déceler laquelle des sources a été contaminée. Mais M. Duclaux a trois antipathies : les analyses bactériologiques en général, la signification hygiénique du bacille *coli* en particulier, et la statistique. Toutefois, son dédain est raisonné; il y a à Paris double mélange de la population et des eaux; des centaines de milliers de gens ont leurs occupations et leur domicile dans des quartiers différents et vont chaque jour de l'un à l'autre; un même réservoir reçoit plusieurs eaux et les réservoirs sont mis en communication les uns avec les autres. La netteté des résultats statistiques en souffre, mais leur valeur en devient-elle absolument nulle? La Commission n'a pas été de cet avis; elle a chargé le Dr A.-J. Martin de faire une enquête sur la fièvre typhoïde à Paris en 1898-1999, et le rapport est d'un haut intérêt.

Une circonstance favorise singulièrement cette enquête. Chacun des deux grands aqueducs d'amenée alimente en passant une ville de quelque importance : Nonancourt et quelques petites communes sur la dérivation de l'Avre; Sens sur la dérivation de la Vanne. Ce sont pour ainsi dire des *localités témoins* dans la grande expérience hydrologique faite sur la population parisienne. Nonancourt a été indemne pendant toute la période considérée, et les quartiers de Paris plus spécialement alimentés par l'Avre ont incontestablement été moins affectés par la fièvre typhoïde. Il y a eu une épidémie à Sens, qui a coïncidé avec la recrudescence à Paris; et les quartiers recevant la Vanne ont donné une forte proportion de cas. La conclusion n'est pas

douteuse : les eaux de la Vanne ont contaminé Paris; quant à l'importance de cette contamination, on en peut juger par les chiffres suivants, donnant les décès par fièvre typhoïde pour l'ensemble de Paris :

1895	271 décès	11.1 par	100.000	habitants.
1896	291 »	10.1 (?)	»	»
1897	239 »	9.5	»	»
1898	250 »	9.9	»	»
1899	803 »	31.9	»	»
1900 (10 nov.)	707 »	30.9	»	»

Les décès mensuels de septembre 1898 à octobre 1899 ont été consignés en un tableau comparatif (p. 100), en prenant comme égal à 100 la proportion des décès dans le district de l'Avre. On obtient alors ce qui suit (la disposition du tableau est modifiée) :

PÉRIODES.	VANNE.	DHUYS.	AVRE.
Septembre 1898	175	450	»
Octobre	50	31	»
Novembre. . . .	80	230	»
Décembre . .	29	100	»
Janvier 1899. . .	100	136	»
Février	257	257	»
Mars	166	166	»
Avril	212	137	»
Mai.	209	154	»
Juin	105	55	»
Juillet.	147	85	»
Août	168	139	»
Septembre. . . .	142	71	»
Octobre	200	112	»
	2,040	2,123	1,400

Il en résulte clairement qu'il y a eu un excès de décès dans le district de la Vanne; mais les chiffres pour la Dhuys sont plus élevés encore, et il est assez singulier que cette remarque n'ait pas été faite dans le *Rapport;* cette question a probablement été réservée pour une étude ultérieure; on ferait bien de ne pas trop tarder.

Si M. Duclaux n'était guère partisan d'une enquête statistique

rétrospective, en revanche il a fait adopter une enquête médicale minutieuse dans le district des sources. Le raisonnement théorique qui l'a guidé mérite d'être retenu.

Le point de départ, c'est l'innocuité de la plupart des microbes dans les eaux. « Nous hébergeons tous, par milliards, dans notre canal intestinal, des microbes en tout pareils à ceux que peuvent nous apporter les eaux, dont les uns sont absolument inoffensifs, dont les autres pourraient être dangereux s'ils avaient pénétré par une autre voie que la voie digestive, mais qui, là, restent inertes. L'intestin ne redoute vraiment que ceux qui peuvent produire des maladies intestinales, et parmi ceux-ci, c'est le bacille de la fièvre typhoïde qui est le plus répandu et le plus redoutable. » (p. 9.) Malheureusement, ce bacille n'est pratiquement pas à distinguer du *coli* inoffensif, hôte habituel de l'intestin (p. 9), que l'auteur range au nombre des « espèces banales, devenues nos commensales, et aussi nécessaires que nous à la surface du globe » (p. 49). « Il faut rayer délibérément aujourd'hui de nos discussions tous ces mots de coli-bacilles, de paracoli-bacilles, de bacille d'Eberth, de bacilles éberthiformes, qui flottent encore dans l'imagination publique. Tous ces mots n'auraient pas dû sortir des laboratoires, où ils formaient une langue un peu conventionnelle, la langue du doute et de l'hésitation. Ils n'en seraient pas sortis, pas plus que n'en sortent ceux qui naissent et meurent constamment à propos des autres sujets qui s'y agitent, si la question qu'ils visaient à élucider avait pu rester une question de laboratoire jusqu'à son plein épanouissement. Mieux renseignés, nous pouvons dire aujourd'hui : un typhoïque laisse échapper des germes dangereux; au moment où ils sortent de l'intestin du malade, il n'y a pas d'illusion à se faire sur eux, ils sont bien définis, ce sont des bacilles typhiques. Nous sommes assurés d'un autre côté que, une fois déposés sur le sol de la région qui alimente nos sources, ils peuvent arriver à Paris, et que, s'ils rencontrent des obstacles en route, ces obstacles ne les arrêtent pas tous. Si donc nous voulons nous en débarrasser, n'attendons pas qu'ils aient accompli ce voyage souterrain, pendant lequel ils se maquillent et prennent une physionomie d'honnêtes bacilles, qui les rend impossibles à reconnaître. Tâchons de les arrêter au point de départ, et nous serons débarrassés des soucis, des confusions et des lenteurs inévitables de la surveillance au point d'arrivée. » (p. 11.)

Ce sont donc des mesures préventives qui doivent résulter de l'enquête. En se mettant d'accord avec les médecins locaux, on pourrait être averti des cas de fièvre typhoïde, surtout quand ceux-ci

prennent dans un endroit un caractère épidémique. « Ce serait alors le cas d'engager les Parisiens à faire bouillir leur eau avant de la boire. » (p. 12.)

Ces passages, sauf celui renseigné page 49, sont extraits du *Rapport général* de M. Duclaux et censés résumer l'ensemble des travaux de la Commission. Ce Rapport peut donner lieu à plusieurs remarques.

D'abord, il est loin de rendre d'une façon adéquate les discussions de la Commission et de donner une idée suffisante des résultats concrets de l'étude des régions des sources, ainsi que des mesures d'application pratique proposées. Mettre en mouvement trente et une personnes (c'est le nombre des membres de la Commission , choisies parmi les plus compétentes et les plus en vue, pour en arriver à la recommandation de faire bouillir l'eau, n'est pas un résultat proportionné à l'effort. Le métier de rapporteur n'est pas à la portée de tout le monde, il faut une certaine force de volonté pour se mettre en lieu et place des autres, pour penser leurs idées et se borner à donner à ces idées l'expression verbale; car il faut pouvoir faire abstraction de sa propre personnalité intellectuelle. M. Duclaux n'y a pas réussi, et le contraire eût été étonnant. Si j'avais été membre de la Commision, je ne lui aurais pas donné ma voix comme rapporteur, et je l'aurais dissuadé d'accepter cette mission, convaincu qu'il courrait à un insuccès. M. Duclaux est un esprit beaucoup trop personnel pour ne pas imprimer le cachet de son individualité à tout ce qu'il touche; sur certains points, il a des idées aberrantes, bien entendu dans le sens de non conformes aux idées généralement reçues; et ces idées particulières ne sont pas des fantaisies, mais bien le résultat de la mûre réflexion, appliquée à une connaissance étendue des faits concrets. Ces conditions font la valeur de l'homme, mais en font en même temps un fort mauvais rapporteur. Si le préfet de la Seine, M. de Selves, avait songé à faire un peu de psychologie, il se serait gardé de choisir comme rapporteur le plus éminent des membres de la Commission.

Le Rapport a été présenté en séance du 20 novembre 1900 et, aussitôt après lecture, le Président a dit qu'il croyait être l'interprète de la Commission tout entière pour remercier M. Duclaux de son travail si intéressant et si lumineux. Cela, par exemple, c'est la pure vérité. Le procès-verbal ajoute, après les paroles du préfet : « Assentiment unanime ». Et puis, on voit d'ici, il y aura eu un silence. Mais M. Duclaux a demandé lui-même que la Commission ne se bornât pas à homologuer son travail et a fait appel à la discussion.

C'est M. L. Janet qui a pris l'initiative de présenter quelques

remarques. Il fait observer que, dans le Rapport, il n'est presque uniquement question que de la surveillance médicale; son utilité comme mesure préventive est incontestable, mais son efficacité ne peut être considérée comme absolue et permanente. Il a fait ajouter au Rapport une phrase disant que les mesures de protection médicale ne doivent pas empêcher de poursuivre et l'étude de la revision des ouvrages de captage et es ltravaux susceptibles d'empêcher l'arrivée sans filtration, à la nappe souterraine, de grosses masses d'eau suspecte (p. 77). Il faut entourer les bétoires ou puits d'absorption rapide des eaux superficielles près des endroits contaminables et paver les lits poreux des rivières.

M. Navarre, conseiller municipal, songe, lui, à la carte à payer; il voudrait savoir jusqu'où il faut cimenter les lits des cours d'eau. Et M. Duclaux se demande ce qu'il arrivera des sources si l'on empêche la pénétration de toutes les eaux sales superficielles; ou plutôt, il ne se le demande pas, il déclare que les sources tariront. Le plus directement intéressé est sans contredit M. Bechmann, qui aurait eu à exécuter les travaux recommandés par M. Janet, mais M. Bechmann n'a rien dit; devant des projets chimériques, le silence des ingénieurs a son éloquence.

La question de l'identification du bacille typhique a fait l'objet d'une réserve de la part du Dr Roux. Quand un bacille isolé de l'eau a, trait pour trait, tous les caractères d'un bacille pris à la rate d'un typhique, il faut bien conclure à l'identité.

Un autre point du Rapport semble avoir passé inaperçu et méritait pourtant d'être relevé. M. Duclaux semble admettre que le bacille typhique, par un séjour dans l'eau, puisse perdre quelques-uns de ses caractères, se maquiller comme il dit, et ressembler à d'honnêtes microbes, qui ne peuvent être dans l'espèce que le *coli*. C'est la grosse question des rapports entre les deux bacilles, question sur laquelle les opinions ont beaucoup varié et sont loin d'être définitivement assises. Soulever cette question en passant, dans une phrase incidente et la résoudre, est peut-être quelque peu hasardé. En outre, la solution vers laquelle semble pencher M. Duclaux ne cadre pas bien avec l'innocuité du *coli*. En effet, si les deux microbes ne sont que des facies différents d'une même espèce, déterminés par l'action des conditions de milieu, la transformation de l'un facies en l'autre peut devenir admissible, et la signification hygiénique du *coli* est alors d'une importance majeure.

Outre le Rapport général de M. Duclaux et les Procès-Verbaux des séances de la Commission, le volume contient les rapports des collabo-

rateurs chargés de missions spéciales. Chacun de ces collaborateurs a d'abord soumis à la Commission un programme qui a été discuté; puis il a été fait un travail plus étendu et en général très détaillé sur ce qui a été exécuté et sur les résultats obtenus. Nous avons donné la quintessence de l'enquête du Dr Martin sur la fièvre typhoïde à Paris.

L'enquête géologique a été conduite surtout par M. Janet. Le terrain drainé par l'Avre est un plateau faiblement incliné vers le nord-est, dont le bord sud, limitant le bassin de la Loire, est taillé en escarpement brusque avec une dénivellation importante. Cet escarpement est constitué par l'étage cénomanien, qui présente ici une épaisseur considérable de sables quartzeux : les sables du Perche, intercalés dans de la craie glauconieuse; ils sont un facies littoral de l'étage cénomanien et peuvent, à une faible distance, être remplacés latéralement par des assises de craie glauconieuse. Celles-ci forment le sous-sol de la région des sources supérieures.

Plus au nord, la craie marneuse de l'étage turonien repose en parfaite concordance sur le Cénomanien; celui-ci ne vient en sous-sol sur la bordure du plateau que parce que les couches inclinées vers le nord-est (comme le plateau lui-même) ont été fortement dénudées. Dans la zone turonienne, près de Verneuil, se trouvent les sources captées par la ville de Paris.

Encore plus au nord, au-dessus du Turonien, vient l'étage sénonien (craie blanche); situé en aval des sources, cet étage ne joue aucun rôle dans cette question hydrologique.

Un manteau d'argile à silex recouvre toute la région; il n'a pas d'âge déterminé et est un simple produit de décalcification de la craie; il s'en forme encore actuellement.

Les conditions hydrologiques peuvent, semble-t-il, être déduites théoriquement de cette composition géologique du sol. Les sables du Perche constituent probablement un réservoir abondant d'eau bien filtrée, mais ils plongent sous les autres couches; un seul sondage à 114 mètres en a trouvé une épaisseur de 15 mètres, d'ailleurs très peu aquifère. Ils n'entrent donc pas en ligne de compte.

Le recouvrement d'argile et la nature marneuse de la craie turonienne sont des circonstances peu favorables à la pénétration des eaux. Mais, dans cette région, la craie présente un réseau de diaclases ou cassures de faible largeur. D'un autre côté, la nature de l'argile à silex varie avec la nature de la craie qui lui a donné naissance; tantôt c'est un amas de cailloux avec fort peu d'argile; d'autres fois c'est une argile jaune ou rouge avec silex rares, presque compacte. Imper-

méable aux eaux dans ce dernier cas, elle les laisse au contraire facilement passer dans le premier cas; les eaux arrivent ainsi à la craie, dans les fissures de laquelle elles circulent.

Toutes les rivières de la région, après avoir coulé à l'air libre pendant la première partie de leur trajet, vont en diminuant de volume jusqu'à disparition complète, laissant leur lit à sec. Cette anomalie s'explique par la présence, dans la vallée supérieure, d'une petite couche d'alluvions modernes argilo sableuses ou tourbeuses, qui fait défaut plus bas.

Les eaux arrivant à la craie ont un faible degré hydrotimétrique; lorsqu'elles sortent sous forme de sources, elles ont un degré hydrotimétrique élevé; elles ont exercé leur action dissolvante et élargi les fissures. Le phénomène s'accentue pour les courants importants, qui créent sur leur passage de vastes cavernes. Le Rapport, pour la région de la Vanne, renferme une note de M. Le Couppey sur une caverne de plus de 150 mètres de galerie avec une hauteur moyenne de 3 mètres et une largeur de 1 $1/2$ mètre.

L'agrandissement progressif des cavernes finit par déterminer des effondrements. Toute la région de l'Avre et aussi celle de la Vanne sont parsemées d'entonnoirs; les divers rapports signalent au moins une demi-douzaine de cas où des entonnoirs se sont formés du jour au lendemain, et cela tout récemment, par exemple en 1892, 1893 et 1896.

Selon la position de ces entonnoirs par rapport à la nappe souterraine, les uns absorbent de l'eau : on les nomme *bétoires;* les autres donnent de l'eau : on les nomme *sources;* d'autres encore, sur les plateaux, n'absorbent pas de rivière et ne donnent pas d'eau : on les nomme *mardelles*. Un même entonnoir peut être alternativement bétoire ou source d'après les variations de niveau de la nappe phréatique.

Quand on passe maintenant à l'enquête médicale des districts de la Vanne et de l'Avre pour en combiner les résultats avec ceux de l'étude géologique, on trouve ceci : les agglomérations sont, en général, situées sur les cours d'eau, juste en amont des bétoires, et les conditions hygiéniques sont déplorables; il n'y a pour ainsi dire pas de fosses d'aisances, les habitants pratiquant le système du tout à la rivière; chaque maison transforme le cours d'eau en lavoir et en égout; la fièvre typhoïde est assez fréquente et prend facilement une allure épidémique. Nous ne pouvons entrer dans le détail des cas particuliers; nous nous bornerons à en citer un, qui est remarquable. Dans la région de la Vanne, il y a une localité nommée Villechétive, où un

propriétaire a construit des haras; en temps ordinaire, il y a cent cinquante chevaux et un personnel de soixante à quatre-vingts personnes. Les bâtiments sont luxueux; le personnel est logé « princièrement », dit un rapport médical; une partie de ce personnel est anglais et, par conséquent, il a été pourvu aux nécessités hygiéniques : salle de bains, appareil à douche, water-closets, distribution d'eau. Mais ici commence l'histoire. L'eau captée est celle de la source de Dillo, après qu'elle a traversé un lavoir public, une série de lavoirs privés, un abreuvoir, une ancienne poissonnerie et un deuxième abreuvoir; comme on voit, c'est déjà très beau; mais le reste est encore plus fort. Pour l'évacuation des eaux usées, il y a des puits perdus, qui vont rejoindre la nappe aquifère! En décembre 1896, il y a, à quatre jours d'intervalle, 2 cas de fièvre typhoïde; 12, en 1897; 13, en 1898; quelques-uns encore en 1899, soit un total de 30 cas, dont 3 décès, sur 90 personnes. Une enquête fut faite au mois d'août 1898 et le laboratoire du Comité consultatif d'hygiène fut prié de prélever un échantillon. Le chef de ce laboratoire, M. le Dr Pouchet, mérite une mention spéciale : il a envoyé son rapport... le 15 décembre!

Devant des choses pareilles, la première impression est de l'ahurissement, et, à la réflexion, il est difficile de réprimer une bouffée de colère. On voudrait tenir l'architecte qui a capté une telle eau et construit ces puisards. Que dire aussi du Dr Pouchet qui met trois mois et demi pour faire une analyse, alors que probablement un simple dosage de chlore, en cinq minutes, aurait donné des indications nettes de forte contamination? Et de toutes les autres autorités administratives, scientifiques et techniques qui ne prennent pas de mesures immédiates? Comme pour les besoins de la défense militaire, on devrait pouvoir décréter l'état de siège pour l'hygiène.

Il y a lieu de le répéter, ce cas de Villechétive n'est nullement isolé. Il y en a par douzaines dans les rapports. En voici encore un, qui est amusant : un cas de fièvre typhoïde dans l'enclos protecteur d'une source captée et dans la famille d'un employé du Service des eaux; heureusement, on n'a pas attendu un rapport de M. Pouchet pour prendre des mesures, et ce cas paraît ne pas avoir eu d'autre suite.

La question de la salubrité des eaux de Paris se trouve donc ramenée au pouvoir de purification du sol. La situation hygiénique qui a été dépeinte à grands traits n'est pas spéciale aux régions de la Vanne et de l'Avre; elle se présente, dans tous les autres pays, dans les campagnes un peu à l'écart. De même, l'engouffrement des eaux dans des bétoires, leur réapparition sous forme de sources sont des faits géné-

raux dans tous les terrains calcaires. Comme le fait remarquer M. Duclaux au début de son Rapport général, l'entrée de l'eau dans le sol entraîne une pollution inévitable, que l'action purifiante du sous-sol doit bonifier. Avec une saine appréciation des problèmes à résoudre, la Commission a porté tous ses efforts pour déterminer les relations entre les bétoires et les sources. MM. Janet, Albert-Lévy et Marboutin ont fait des expériences de coloration avec la fluorescéine. M. Miquel a proposé d'employer comme indicateur la poudre de lycopode, l'amidon et la levure. Dans la plupart des cas, on a réussi à colorer ou à contaminer les sources en agissant sur l'un ou l'autre des principaux bétoires.

Les expériences de coloration, en cas de succès, démontrent que l'eau des sources vient de la surface, ce qui est en somme une vérité évidente par elle-même et qui n'a guère besoin de cette confirmation ; mais la circonstance accessoire de la rapidité de cette coloration des sources nous renseigne sur la durée du parcours et la vitesse du courant, c'est-à-dire sur les conditions du filtrage. Le plus souvent, on a constaté une vitesse de 100 à 150 mètres par heure, ce qui est beaucoup trop, semble-t-il, pour obtenir une bonne purification.

On ne peut toutefois obtenir ainsi qu'une présomption ; le principe même de ces expériences prête à objection. L'essentiel est de savoir si le sol retient les microbes, qui sont des corps solides, et l'on opère avec une substance dissoute. Les moyens proposés par M. Miquel, l'emploi de corps solides, sont plus adéquats; mais il est douteux que la poudre de lycopode et l'amidon auraient donné des résultats; on ne peut déceler ces substances que par le microscope, et ce serait comme la recherche d'une aiguille dans une botte de foin ; ces matières n'ont pas été employées. La levure est un organisme vivant, ce qui constitue une similitude de plus avec les microbes; sa présence est facile à constater par les méthodes ordinaires de culture bactériologique et à identifier par la fermentation alcoolique. Le mode opératoire était à peu près le suivant : une quantité d'eau de 20 à 150 centimètres cubes était ajoutée à un bouillon de peptone avec 400 grammes de sucre au litre, un peu d'acide tartrique et « quelques sels minéraux » ; la fermentation du mélange et la production d'alcool faisaient conclure à la présence du *Saccharomyces*. Signalons, en passant, le silence gardé au sujet de la composition de ce milieu de culture. Comme on pouvait s'y attendre, les résultats positifs ont été moins nombreux qu'avec les expériences de coloration, mais ils sont encore suffisants pour justifier bien des appréhensions.

La série des expériences est loin d'être complète, car on n'a travaillé que sur quelques bétoires; mais on a eu soin de choisir les plus importants, par suite de leur proximité des sources ou de leur proximité de causes de pollution dangereuse. Du reste, il y a un autre moyen de se renseigner sur la valeur hygiénique d'une source, moyen peu scientifique, mais très pratique : la constance de ses allures. Quand le débit reste à peu près le même, que la pureté optique de l'eau n'est jamais altérée, que sa composition chimique et sa température ne varient que peu, cela démontre que cette source est soustraite aux fluctuations de la surface. Une des principales sources de l'Avre présente ce caractère de constance et a résisté aussi à tous les essais de coloration et de contamination; or, c'est précisément cette source que certains journaux ont surtout incriminée; plus souvent qu'à leur tour, les journalistes ont la main malheureuse. Toutes les autres sources, sans exception, sont sujettes à se troubler plus ou moins vite après des pluies d'orage et se sont montrées tour à tour contaminées (M. Landrin, conseiller municipal, p. 72).

M. Duclaux attache une grande importance à ces caractères organoleptiques. « Quand les eaux reviennent du sol, fraîches, incolores, limpides et sans mauvais goût, cela prouve que la matière organique qu'elles renfermaient au départ a été brûlée, et que les microbes inoffensifs qu'elles peuvent contenir et qu'elles contiennent toujours *n'y sont pas en assez grand nombre pour les troubler* » (p. 48). J'ai souligné les derniers mots; s'il s'agissait d'un compte rendu de séance, on croirait bien certainement à une erreur de rédaction; mais c'est une note de M. Duclaux lui-même, dont le texte a été inséré tel quel et est guillemeté. Pour qu'une eau soit simplement louchie par les microbes, elle devrait en contenir un nombre énorme et hors de toute proportion avec ce qu'on trouve dans la réalité. Cette phrase aura dépassé la pensée de l'auteur; il est singulier que des bactériologistes comme Roux et Miquel ne l'aient pas relevée.

Une question qui a beaucoup préoccupé le public et les journaux, est le mélange des eaux de diverses provenances dans les réservoirs et dans le réseau de la canalisation. On a reproché avec véhémence cette pratique au Service des eaux; un des savants du Laboratoire municipal en a parlé au Congrès international d'hygiène de 1900. M. Bechmann a voulu avoir sur ce point l'avis de la Commission (p. 67). On conçoit les difficultés pratiques à maintenir séparées les diverses eaux; cette séparation devrait-elle s'étendre jusqu'au réseau de la canalisation ? Et puis, ce que l'on nomme par exemple l'eau de la Vanne est elle-même

déjà un mélange d'une quinzaine de sources. Il faudrait articuler des faits bien précis pour imposer une pareille mesure. C'est ce qu'un conseiller municipal, M. A. Rendu, a proposé de demander; puisque le Laboratoire municipal soutient cette théorie, qu'il dise sur quoi il se base. Un collègue, M. Chautard, a dit que cette théorie avait été présentée « de façon quelque peu bizarre », mais il se demande si pourtant elle ne contient pas une part de vérité; elle vise moins le mélange des diverses sources que le mélange de celles-ci avec les eaux de rivière filtrées. Pour M. Cornil, le danger pourrait résider dans la gravité accrue et la plus longue durée d'une contamination dans le cas d'eaux mélangées; quelques-uns de ses collègues de l'Académie de médecine inclinent fort à cette idée (1).

Le Dr Roux a ramené cette discussion un peu confuse dans une voie à la fois plus scientifique et plus pratique. Il a rappelé que Miquel a trouvé, il y a longtemps, une pullulation rapide des germes dans les eaux pures; celles-ci se montrent donc plus réceptives à une contamination que les eaux moins bonnes, lesquelles sont pour ainsi dire immunisées. L'addition d'une eau plus ou moins chargée de germes à d'autres, dont la faune microbienne est moins abondante, peut donner un mélange qui se peuplera d'un nombre considérable de microbes; mais cela n'a aucune importance au point de vue de l'alimentation si les eaux qu'on mélange sont séparément exemptes de germes dangereux. Toute la question est donc de savoir si les eaux filtrées par le sable contiennent ou ne contiennent pas de germes pathogènes. Et voilà le filtrage introduit comme question incidente à cette autre question incidente du mélange des eaux.

(1) Dans la séance du 31 octobre 1900 (p. 68), M. Bechmann a annoncé que l'année suivante les eaux filtrées n'iront plus dans les réservoirs d'eau de source; elles seront amenées par des canalisations spéciales dans les conduites de distribution « De cette façon, dit-il, les mélanges incriminés seront réduits au minimum. » Il serait intéressant de savoir ce que coûtera cette fantaisie des hygiénistes. La mesure a pourtant un avantage : les eaux filtrées ne pourront plus être contaminées par les eaux de source. Ce n'est probablement pas de ce point de vue que les médecins de Paris envisageront la question.

Tout récemment, au Conseil municipal, M. le Dr Poirier de Narçay a fait adopter les propositions suivantes : Interdiction du mélange des eaux de sources entre elles; établissement de zones distinctes par quartier, de façon à surveiller les eaux des conduites; établissement dans tout Paris d'une double canalisation. Cette dernière mesure a pour but de supprimer les maisons uniquement alimentées en eau de rivière, et ne peut qu'être approuvée. La limitation d'une même eau de source à un même quartier donnera plus de portée aux statistiques médicales, ce qui est un avantage; mais dans la pratique, c'est quasi impossible. Que fera-t-on, par exemple, quand on met en décharge l'un des groupes de sources pour mauvaise qualité?

Ce mélange d'eau de source et d'eau de rivière filtrée a été pratiqué pendant plusieurs semaines, et quelques arrondissements ont été ainsi alimentés; il suffit de comparer leur état hygiénique avant et pendant cette période et avec les autres arrondissements; on aura alors des faits précis. Or cette comparaison est nettement à l'avantage des eaux filtrées, déclare M. Bechmann, ce que confirme un conseiller municipal, M. Navarre (p. 75). M. Miquel, qui a suivi attentivement les expériences de filtrage, reconnaît que le *coli* est éliminé par cette opération; et M. Albert-Lévy a trouvé une égale amélioration au point de vue chimique (p. 75). Mais il y a plus encore; pendant que la ville de Paris recevait encore de temps en temps de l'eau de Seine telle quelle, l'initiative privée de la Compagnie générale des Eaux appliquait le filtrage au sable pour une partie de la banlieue de Paris dès 1890 et alimente aujourd'hui 600,000 habitants avec les meilleurs résultats au point de vue de l'hygiène. A plusieurs reprises, dans des séances de la Commission, il avait été question de ces faits, mais toujours à titre accessoire. Dans l'avant-dernière séance, la discussion a été plus fournie, et c'est elle que nous venons de résumer. La question s'est représentée dans la dernière séance (23 novembre 1900, p. 75), et cette fois avec plus d'insistance; M. Bechmann met pour ainsi dire la Commission en demeure de se prononcer, et il est fortement appuyé par M. Chautard. Mais aussitôt surgissent des protestations. La discussion s'écarte du sujet, dit le Dr Roux; le rapport de M. Duclaux, qui est seul en question, ne vise que les eaux de sources et rien n'y est relatif aux eaux filtrées; ceci est à traiter à part dans un rapport spécial.

On ne peut que donner raison au Dr Roux; il n'y a aucun inconvénient à mélanger deux eaux, mais il y a le danger de confusion à mêler deux questions. Seulement, le Dr Roux ajoute : « Il faut, du reste, se garder de conclure hâtivement à l'excellence d'un procédé dont on n'a pas encore une expérience suffisamment prolongée » (p. 75). Est-ce que Londres depuis 1829, Berlin depuis 1850, Hambourg depuis 1892 — pour ne citer que les cas le plus connus — ne compteraient pas?

On a donc abandonné la question pour entendre un rapport du Dr Martin sur des expériences à la fluorescéine et l'histoire d'une épidémie de fièvre typhoïde à Chennebrun par le Dr Thierry. Mais à la fin de la séance, le Service de M. Bechmann est revenu à la charge. M. Defrance a habilement mis la Commission au pied du mur : l'Administration désire savoir si elle peut continuer à mélanger les eaux de source avec les eaux de rivière filtrée. Parfois il n'y a rien de si désagréable qu'une question nettement posée. « La Commission décide que,

avant de formuler son opinion sur l'opportunité de cesser les mélanges d'eaux, il y a lieu d'étudier la question expérimentalement. » Traduit de ce langage un peu sibyllin en bon français, cela veut dire : continuez.

On se demandera peut-être, après ce long exposé, les *résultats pratiques* auxquels est arrivée la Commission. C'est à peu près ce qu'a fait le Dr Roux quand, dans la dernière séance, il a demandé quelles sanctions immédiates auraient les conclusions de la Commission.

Le premier résultat, c'est de connaître exactement la situation; et ce résultat est d'autant plus important que la situation est plus précaire. On savait bien, en général, que les eaux de source laissaient à désirer tant pour la quantité que pour la qualité; mais on n'avait pas idée de tout ce que l'enquête vient de révéler : la presque totalité des eaux captées n'ont de « sources » que le nom et sont tout simplement la réapparition, à ciel ouvert, de cours d'eau engouffrés; la contamination de ces sources, toujours menaçante, par suite des mauvaises conditions hygiéniques des régions drainées; les conduites d'adduction non étanches pour recueillir, sur une partie de leur parcours, des eaux tout à fait superficielles. M. Duclaux n'a certes pas fait preuve d'une sévérité excessive en disant dans son Rapport : « Peut-être le Service des eaux eût-il pu, à un certain moment, prêter une oreille plus attentive aux nouvelles exigences que la science apportait dans la question, en montrant qu'une eau peut être sapide, fraîche et limpide et contenir pourtant des germes dangereux pour qui la boit. Peut-être a-t-il eu tort de persévérer longtemps dans cette insouciance » (p. 8). Malgré cette modération, M. Bechmann a protesté (p. 74). Quand on a capté la Dhuis (1865) et la Vanne (1874), les théories microbiennes n'étaient pas encore nées ou n'avaient pas encore la portée qu'elles ont prise ultérieurement; la critique ne peut donc porter que sur l'Avre. Le Dr Roux a fait observer que, déjà au moment du captage de la Vanne, on savait que les eaux de surface pouvaient présenter des dangers; et M. Duclaux a rappelé que, pour l'Avre, le maire d'une des localités affectées, le pharmacien Ferray, avait fait des expériences avec la fluorescéine, qui étaient aussi concluantes que celles de la Commission. M. Duclaux aurait pu ajouter que le député de l'Eure, M. Papon, avait indiqué, dans la discussion à la Chambre, tous les inconvénients et en même temps le remède : le filtrage des eaux de Seine pour alimenter Paris. Mais c'était le bon temps de l'intransigeance hautaine, et pour mater une opposition, on ne se gênait pas pour affirmer des choses inexactes; c'est ainsi que pour déprécier le filtrage au sable, on osait

dire que 3,600 mètres carrés ne laissent passer que 2,000 mètres cubes par vingt-quatre heures, alors que le débit normal est de 9,000 mètres cubes; on trouvera ces singuliers renseignements, avec plusieurs autres de la même valeur, dans un article de M. P. Langlois dans la *Revue scientifique* du 30 mars 1889, page 397. Les prétentions de l'Administration à l'omniscience, son dédain de tout ce qui se faisait ailleurs, ont coûté des millions de francs et des milliers de vies humaines; en outre, cette attitude a valu, au Service des eaux de Paris, la commisération un peu narquoise de tous les hydrologues de l'étranger. Il est bon de rappeler ces faits, non pour la satisfaction stérile de récriminer, mais pour que ce triste passé serve de leçon pour l'avenir.

Cette mise à profit des dures leçons de l'expérience doit se traduire par certaines règles de conduite, par des mesures pour parer aux inconvénients signalés. L'absence de prescriptions nettement formulées est une lacune dans les travaux de la Commission; il est toujours bon de recommander de faire bouillir l'eau; mais il s'agissait, non de ce que devait faire le consommateur, mais de ce qui incombe au fournisseur.

Les rapports ne contiennent que des suggestions individuelles; les unes sont pratiquement inexécutables, comme de cimenter le lit des cours d'eaux; mais d'autres rentrent plus dans le domaine du possible. M. Janet a fortement insisté pour améliorer le captage des sources en creusant des puits étanches jusque dans la craie de façon à écarter les eaux directes de la surface; « si l'on ne tombait pas immédiatement sur la fissure amenant l'eau, on pourrait aller à sa recherche par des galeries horizontales; ce procédé n'a jamais été utilisé régulièrement pour les eaux potables » (fig. 30). M. Janet se rencontre ici avec notre collègue M. Lambert; mais ce procédé est appliqué en Angleterre depuis des années. Ce serait certes une amélioration, car le captage actuel est tout ce qu'il y a de plus sommaire; on a tout simplement mis la source sous cloche. Seulement, si la nappe phréatique elle-même est souillée par les nombreux bétoires, le danger reste toujours menaçant.

On a proposé également d'entourer les bétoires d'une muraille étanche, de les combler avec du sable pour assurer une filtration des eaux qu'ils absorbent, de purifier par voie chimique ou par épandage les eaux des lavoirs qui vont contaminer les cours d'eau. Toutes ces mesures peuvent avoir leur utilité; mais si on les généralise, comme en bonne logique on devrait le faire, elles vont coûter des sommes considérables. Et après tout, elles ne sont et ne peuvent être que des palliatifs, car toutes vont à l'encontre des phénomènes naturels, toutes ont

la prétention de modifier, dans son essence, la caractéristique hydrologique du calcaire fissuré.

Il reste encore le moyen de traiter les eaux captées pour les stériliser. Le Service a suivi avec attention les divers procédés à l'ozone, le procédé au peroxyde de chlore de M. Bergé. Il y a quelques semaines, M. Bechmann est venu en Belgique pour voir les installations d'Ostende.

La seule chose qu'on ait réellement exécutée jusqu'ici, c'est d'examiner des portions d'aqueduc (p. 65) et de mettre en décharge les sources dès qu'elles présentent un trouble; « mais, dit M. Bechmann, pour arriver à ce résultat, il a fallu mettre quatre fois la Dhuys en décharge et deux fois l'Avre. Fort heureusement, les réserves d'eau étaient assez grandes, grâce aux nouveaux bassins de filtration, pour que la population n'eût pas à en souffrir » (p. 46). Il n'est pas dit en combien de temps ont eu lieu ces six décharges ni combien de temps elles ont duré. La déclaration est du 18 mai 1900. On remarquera ce qui a trait à la Dhuys; c'est peut-être la confirmation des craintes que nous avons exprimées plus haut.

Pour l'avenir, on prévoit une extension du filtrage au sable; on doublera probablement les installations existantes, ce qui donnerait 120,000 mètres cubes d'eau dont on peut être sûr. Telle serait actuellement la conviction intime des hommes les plus marquants et les plus compétents du Service. Mais cette conviction, réussiront-ils à la faire partager au public et aux médecins? Eux-mêmes en doutent. On va donc capter d'autres « sources », et l'on a déjà fait des achats dans la région de la Loire. Il faudra donc encore des millions pour amener des eaux « naturellement pures ».

TABLE DES MATIÈRES

Composition de la Commission 226

État actuel de l'alimentation de Paris.

Installations 227

Consommation 228

Principes de l'emploi exclusif des eaux de sources pour le service privé et principe de la double canalisation 228

Eau de rivière filtrée 229

Variations de débit des sources 230

Emploi d'eau de rivière brute 230

Suppression temporaire de l'alimentation en 1900 230

Contamination par les sources 230

Travaux de la Commission.

Analyse des eaux à Paris 230

Travail d'analyse aux sources 231

Enquête géologique 232

Statistique de la fièvre typhoïde 232

Surveillance médicale préventive des sources 234

M. Duclaux comme rapporteur 235

Suppression des bétoires et pavage du lit des rivières 236

Bacilles *coli* et *typhosus* 236

Composition géologique des bassins de l'Avre et de la Vanne 237

Hydrologie 237

Conditions d'hygiène 238

Pouvoir purificateur du sol 239

Expériences avec fluorescéine 240

Expériences avec la levure 240

Limpidité des sources 241

Mélange des eaux 241

Filtrage au sable 242

Résumé et conclusions 244

Projets futurs 246

M. Putzeys, *ingénieur en chef des travaux et du Service des eaux de la ville de Bruxelles,* réclamant la parole après la communication de M. Kemna, croit devoir faire observer que l'enquête médicale demandée en France pour la région des sources dérivées est faite depuis plusieurs années d'une façon permanente en ce qui touche à la distribution d'eau de Bruxelles.

C'est ainsi que, hebdomadairement, tout le personnel employé à la surveillance des prises d'eau, des aqueducs, des galeries drainantes et des usines élévatoires est soumis à un examen médical; en même temps, des médecins spécialement désignés ont charge de renseigner tous les cas de maladies transmissibles par l'eau (typhus et choléra) qui peuvent se présenter dans la région des sources.

Là ne se bornent pas les précautions prises par l'Administration communale. Les médecins chargés de cette enquête permanente ont également charge de procéder à la désinfection des déjections des malades.

M. Putzeys ajoute que les terrains dans lesquels les prises d'eau sont faites ont une composition et une épaisseur telles que toute crainte doit être bannie quant aux chances de contamination des eaux dérivées. L'enquête médicale, dans l'espèce, constitue donc un *surcroît* de précautions, qui montre combien l'Administration communale est pénétrée du sentiment de sa responsabilité.

En ce qui touche à l'examen bactérioscopique des eaux, M. Putzeys pense que si les travaux de captage sont bien faits, et surtout si la nature des terrains permet, comme pour Bruxelles, la création de zones de protection efficaces, l'institution d'analyses permanentes aux lieux de prises est superflue.

En effet, aussi longtemps que les analyses d'eau, faites en ville, donnent des résultats satisfaisants, on peut en déduire que les prises sont parfaites. On admettrait difficilement en effet que l'eau, médiocre ou mauvaise à la prise, se présentât comme irréprochable au robinet. Le contraire pourrait se présenter.

M. Putzeys ajoute que pour avoir une réelle signification, les analyses doivent se faire, non par un laboratoire séparé, mais sous la direction immédiate du chef du Service de la distribution d'eau.

Un résultat qui n'est pas interprété ne peut représenter qu'un élément de trouble pour le service.

La responsabilité, pour être effective, ne doit pas être divisée. Parallèlement à ces analyses, faites sous la direction immédiate du

chef du Service, on instituera, avec avantage, un service de contrôle qui donne aux administrations communales le moyen d'avoir tous leurs apaisements. C'est du reste ainsi que les choses se passent dans bon nombre de villes d'Allemagne.

M. Putzeys termine en disant qu'il serait extrêmement intéressant, pour les ingénieurs dont la conviction n'est pas encore faite au sujet des dangers que présentent tant de sources issues des calcaires, de confronter les conclusions de la conférence à laquelle nous venons d'assister avec les déclarations, faites sur le même objet, en 1894, par le Service chargé de la dérivation des eaux alimentant certains faubourgs de Bruxelles.

On trouverait dans ce parallèle un sérieux enseignement pour l'avenir. . . . .

LES SONDAGES

DU

Camp de Brasschaet et du château de Saalhof (voisin du Camp)

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN.

A. — Le sondage du Camp du Brasschaet.

Un sondage exécuté, en 1890, au Camp de Brasschaet, nous a fourni une coupe dont l'interprétation n'est pas facile. Aucun niveau à éléments grossiers n'a été rencontré. Tous les sables étaient d'une fluidité telle qu'il s'est produit un certain mélange, inconvénient qu'il est parfois fort difficile d'éviter.

Ce sondage n'offrirait qu'un intérêt secondaire, s'il n'était voisin d'un autre sondage, de 221 mètres de profondeur, dont il sera question plus loin et qui a permis de constater que les sables tertiaires supérieurs à l'argile de Boom, dont l'épaisseur maximum, à Anvers, est de 30 mètres, atteignent à Brasschaet 125 mètres.

Sondage du Camp de Brasschaet (1890).

Cote 19.

		Mètres.
Terre végétale, très sableuse		0.25
QUATERNAIRE :		
Flandrien	Sable ferrugineux	0.45
	Leem bigarré	0.20
	Sable jaunâtre	3.90
	— grisâtre, graveleux	1.10
Campinien	Sable grisâtre avec strates d'argile et débris de végétaux	4.50
Moséen? ou Campinien	Sable jaunâtre, demi-fin	2.20
	— grisâtre, assez rude	5.90
		18.50
PLIOCÈNE :		
Poederlien	Sable gris, fin, pointillé de glauconie	15.60
	A 27m,95, strate d'argile grise, sableuse, avec menus débris de coquilles 0.05	
	A 30 mètres, même argile 0.05	
	A 34 — — 0.10	
	(Limite douteuse.)	
Scaldisien	Même sable gris avec fossiles (*voir ci-après*)	13.05
?	Sable blanchâtre, très glauconifère, assez grossier; fausse apparence diestienne avec pétoncles corrodés; ces pétoncles paraissent provenir de la base du sable précédent, qui se serait terminé par une mince strate limoneuse, dont ils portent des traces. Ils seraient donc remaniés à la base du Scaldisien	2.85
	TOTAL	50.00

LISTE DES FOSSILES RECUEILLIS DANS LE SCALDISIEN.

Trophon antiquum Wood.
Tellina Benedeni Nyst.
Arca diluvii Lamk.
Astarte Basteroti Lamk.
Pecten Westendorpi Nyst.
Natica millepunctata Lamk.
Turritella incrassata J. Sow.
Voluta Lamberti frag. J. Sow.

Nous fournissons ci-après les résultats d'une analyse faite par M. *Millet*, pharmacien en chef à Brasschaet, de l'eau du nouveau puits tubé du polygone de Brasschaet, lequel prend son eau à 50 mètres.

Analyse des eaux du nouveau puits tubé du polygone de Brasschaet.

ANALYSE DE L'EAU DU NOUVEAU PUITS TUBÉ.	OBSERVATIONS.
Couleur : incolore après dépôt. *Odeur :* inodore. *Saveur :* atramantaire. *Transparence :* trouble rougeâtre *Degré de dureté :* 23°,5. *Nitrite alcalino-terreux :* absence. *Nitrate alcalino-terreux :* absence. *Sels ammoniacaux :* absence. *Chlorures alcalins :* 0gr,023 par litre d'eau. *Matières organiques :* 0gr,016 par litre d'eau (5 fois le permanganate de potasse détruit). CONCLUSION. Cette eau ne renferme aucun principe nuisible; néanmoins, la saveur ferrugineuse, très accentuée, qu'elle possède et qui est due à la présence en dissolution de bicarbonate ferreux, est un obstacle à son emploi comme boisson Elle ne pourrait être utilisée qu'après filtration.	L'analyse des eaux des autres puits existant au polygone donne : *Couleur :* varie d'incolore à jaunâtre. *Odeur :* inodore. *Saveur :* est généralement fade ou insipide. La transparence varie d'un puits à l'autre; elle est claire, opaline ou trouble rougeâtre. *Dureté :* varie de 20° à 52°. *Nitrite alcalino-terreux :* absence. *Nitrate alcalino-terreux :* varie de *0* grammes à 0gr,153. *Sels ammoniacaux :* varie de *0* à traces notables. *Chlorures alcalins :* De 0gr,043 à 0gr,456. *Matières organiques :* De 0gr,039 à 0gr,084. Anvers, le 9 décembre 1890. *Le pharmacien en chef, directeur.* (*s.*) MILLET.

B. — Sondage de Saalhof (près du Camp de Brasschaet).

M. Van den Broeck nous a communiqué, en 1882, la coupe d'un sondage exécuté en 1874, au château de Saalhof. Cette coupe fut retrouvée dans les papiers délaissés par feu Nyst. Nous la reproduisons ici textuellement.

Le château de Saalhof ne figure pas sur la carte au 20 000e. Informations prises sur les lieux, en 1890, il s'agirait du château de Wythof, situé à 500 mètres au nord-est du Camp, à la cote 22, et précisément à la bifurcation des chaussées d'Esschen et de Breda.

Ce château était occupé, lors du forage, par M. Cassiers.

Désignation des terrains forés au sondage de Saalhof (près du Camp).

(COPIE TEXTUELLE)

Nos D'ORDRE.	INTERPRÉTATIONS proposées.	DÉSIGNATION DU TERRAIN.	COMMENCEMENT de la COUCHE.	FIN de la COUCHE.	ÉPAISSEUR de la COUCHE.	OBSERVATIONS.
1	**Quaternaire. Flandrien**	Terre végétale et remblai	0.00	0.35	0.35	
2		Sable rougeâtre	0.35	1.65	1.30	
3		Gros cailloux de quartz roulés	1.65	6.65	5.00	
4	**Quaternaire, Flandrien** et (?) **Moséen**	Argile bleuâtre	6.65	7.90	1.25	
5		Argile bleuâtre veinée de noir (sableuse)	7.90	12.34	4.44	
6		Gros cailloux de quartz roulés	12.34	23.34	11.00	
7	**Pliocène : polderlien, scaldisien et diestien.**	Sable noirâtre, argileux (1res coquilles)	23.34	35.60	12.26	
8		Sable verdâtre, argileux, coquillier	35.60	46.30	10.70	
9		Sable verdâtre, marneux	46.30	65.15	18.85	
10		Marne verdâtre, sableuse	65.15	80.50	15.35	
11		Marne verdâtre, micacée et coquillière	80.50	84.80	4.30	
12		Grès vert	84.80	85.32	0.52	
13	**Sable miocène anversien.** *Pectunculus pilosus.*	Sable vert, marneux (très coquillier)	85.32	90.12	4.80	Très coquillier.
14		Grès vert (coquillier)	90.12	97.20	7.08	
15		Sable vert	97.20	100.14	2.94	
16		Marne verdâtre (très collante)	100.14	109.78	9.64	
17		Grès vert, dur et coquillier	109.78	111.03	1.25	Ce grès est très coquillier.
18	**Sable miocène boldérien.** *Panopæa Menardi.*	Marne grise avec grains verts, compacte	111.03	112.33	1.30	
19		Argile verdâtre veinée de gris, dure	112.33	117.00	4.67	Très dure.
20		Sable vert veiné de sable vert, marneux	117.00	123.30	6.30	Sable très fin.
21		Sable gris verdâtre avec pyrites de fer sulfurique et silex roulés	123.30	152.00	28.70	A partir de 123m,30 jusque 220 mètres, on trouve beaucoup de pyrite ou fer sulfuré.
22	**Argile oligocène de Boom, non percée.**	Argile verdâtre, micacée, compacte	152.00	178 00	26.00	
23		Sable verdâtre	178.00	184.00	6.00	
24		Argile verdâtre	184.00	188.30	4.30	
25		Sable gris, très fin	188.30	190.75	2.45	
26		Argile brunâtre, compacte	190.75	201.50	10.75	
27		Calcaire grisâtre avec pyrites (fer sulfuré) intercalées	201.50	201.80	0.30	
28		Argile brunâtre, compacte	201.80	215.27	13.47	
29		Calcaire blanc jaunâtre, très dur	215.27	215.87	0.60	
30		Marne brun verdâtre	215.87	220.32	4.45	
31		Marne verdâtre, dure	220.32	»	»	La profondeur totale est 221m,32.

Fait à Saalhof, le 7 octobre 1874.

Le maître sondeur,

(s.) A. PETIT.

Cette coupe présente des couches assez extraordinaires; ainsi

N° 3. Gros cailloux de quartz roulés, de 1m.65 à 6m,65.

N° 6. Gros cailloux de quartz roulés, de 12m,34 à 23m 34.

Le sondage du Camp, qui s'est arrêté dans le sable pliocène, à 50 mètres, n'a pas rencontré de dépôts de l'espèce. Il se peut qu'il y ait eu des couches de cailloux à Saalhof et que, par suite de coulage, on leur ait attribué ces épaisseurs phénoménales. Il se pourrait aussi que les cailloux aient été trouvés à l'état isolé dans une couche sableuse et qu'on leur ait attribué toute l'épaisseur du dépôt.

Les dépôts quaternaires ayant au Camp 18m,50, il est probable qu'à Saalhof, situé à 3 mètres plus haut, ils en ont 23m,34.

On pourrait rapporter au Flandrien les numéros 1, 2 et 3; au Campinien et peut-être, vers le bas, au Moséen les numéros 4, 5 et 6. Le Poederlien commencerait à 23m,34; il serait difficile de fixer sa limite en profondeur; il comprendrait avec le Scaldisien et le Diestien les numéros 7, 8, 9, 10, 11 et 12.

Le numéro 13, sable vert, marneux, très coquillier, paraît être le sable à *Pectunculus pilosus,* qui comprendrait encore les numéros 14, 15, 16 et 17. Ces sables auraient donc 25m,71 d'épaisseur.

Les sables à *Panopœa Menardi* seraient représentés par les numéros 18, 19, 20 et 21 et auraient 41 mètres d'épaisseur, soit, pour le Bolderien entier, 66 mètres environ.

L'argile de Boom commence, incontestablement, à 152 mètres, soit à la cote — 129. Les numéros 27 et 29 sont évidemment des septaria. La sonde a pénétré à 69m,32 dans l'argile rupelienne sans la percer; en ce point, celle-ci peut avoir 90 et même 100 mètres. A Anvers-Nord, elle en a 60, et il a été constaté que sa puissance augmente vers le nord.

Le toit de l'argile, que nous avons atteint à Anvers-Nord (frigorifères) à la cote — 31.2, se trouve à Saalhof à la cote — 129; sa chute vers le nord est donc de 98 mètres sur 10,200 mètres, ou d'environ 10 mètres au kilomètre, ce qui est considérable pour une couche tertiaire.

Le fait ne serait pas isolé, car la même argile affleure en sous-sol à très petite distance au sud de Westmeerbeeck; à Westerloo, elle est déjà à 50 mètres sous la surface, et à Norderwyck, à 7 kilomètres seulement. Au nord de Westmeerbeeck, elle serait à 100 mètres (1).

(1) Nous avons visité, il y a environ quarante ans, le château de Norderwyck; on y forait un puits: la sonde avait atteint 200 mètres dont 100 mètres de sable, puis l'argile rupelienne avec *Cassidaria Nysti.* La coupe du puits fut malheureusement perdue par le propriétaire.

La coupe de Saalhof laisse beaucoup d'incertitude au sujet des sables supérieurs à l'argile; quant à celle-ci, elle nous donne des renseignements intéressants sur son allure.

Comme conclusion générale, nous nous permettrons de faire observer que l'épaisseur considérable de ces tertiaires supérieurs plongeant vers le nord-est n'est guère encourageante pour ceux qui songent à atteindre le Houiller dans cette partie du pays. En récapitulant toute la série de dépôts dont la présence est probable dans le sous-sol de cette région, la houille, si elle existe, serait à une profondeur telle qu'elle ne serait guère exploitable.

C. — **Sondage à Turnhout.**

Nous ajouterons aux coupes de la Campine anversoise un petit sondage de 29^m,20 exécuté dans les ateliers du tram à vapeur, à Turnhout. Il fut fait dans un puits de 5^m,50; mais, dans une fouille voisine, nous avons observé le Flandrien bien caractérisé sur environ 2 mètres de hauteur.

Cote 25.

			Mètres.
Profondeur du puits maçonné			5.50
Moséen Q^1.	Sable grisâtre, fin	3.00	
	— blanchâtre	7.80	
	Argile	0.50	
	Sable grisâtre foncé, tourbeux	2.20	
	Le même, plus clair	1.60	
	— gris noirâtre	2.40	
			17.50
Pliocène	Sable gris, assez fin, pointillé de glauconie, avec *Corbula striata* bivalve; percé sur		6.20
	TOTAL		29.20

LES PUITS ARTÉSIENS

DE

DROOGENBOSCH, FOREST ET UCCLE

PAR

le baron O. VAN ERTBORN.

Dans un travail des plus intéressants sur l'allure souterraine des couches entre la Lys et la Senne (1), notre honorable Président a émis quelques doutes au sujet de la détermination des couches percées à Droogenbosch.

Il ajoutait : « Pour trancher la question d'une manière complète, il » faudrait donc opérer un réseau de sondages afin de bien préciser si » c'est l'Ypresien ou le Landenien qui a été percé à Droogenbosch. »

Cette lacune, nous comptons la combler.

La coupe du sondage de Droogenbosch n'a jamais été publiée; elle ne figure que dans le tracé du diagramme de la vallée de la Senne (2), sans aucun détail.

Ce sondage fut exécuté en 1881; nous publions ici sa coupe. Un second forage fut fait en 1896 dans la même usine, à une centaine de mètres au sud-est du premier.

Aucun d'eux ne laisse de doute sur la présence de l'argile landenienne à psammites dans le sous-sol en ce point.

Nous avons ensuite, à 1,800 mètres au nord, deux sondages dans la brasserie de l'Abbaye (Borremans-Van Campenhout), à Forest, et deux autres sondages, à 1,600 mètres au nord des précédents, dans la brasserie Wielemans-Ceuppens.

Enfin le sondage de la brasserie située rue du Presbytère, à Uccle, non loin de l'église, n'est pas éloigné.

Ce dernier est situé à 400 ou 500 mètres au nord du parallèle de la

(1) *Bulletin de la Société,* t. I, 1887, p. 33 (Mém.).
(2) *Annales de la Société géologique de Belgique,* t. IX (Mém.).

fabrique de produits chimiques de Droogenbosch et à 2,400 mètres environ à l'est.

On remarquera qu'à Uccle, la base de l'Ypresien est à la cote 5.35; il s'ensuit que dans la vallée de la Senne, cette formation a pu disparaître complètement par suite des érosions fluviales.

La continuité de l'argile landenienne à psammites, de Bruxelles à Droogenbosch, est donc complètement démontrée par ces divers sondages, dont nous publions les coupes encore inédites.

DROOGENBOSCH.

Fabrique de produits chimiques.

Premier puits, foré en 1881.

Cote 22.

			Mètres.
Terrain rapporté			0.80
Moderne	Limon brunâtre	1.50	
	Sable jaune, demi-fin	3.30	
	Limon sableux, jaunâtre	0.94	
			5.74
Quaternaire	Un bloc de grès tertiaire remanié	0.16	
	Sable jaunâtre	2.80	
	Sable grisâtre, grossier, avec beaucoup de cailloux à la base	5.50	
			8.46
Landenien inférieur.	Sable vert, fin, pointillé de glauconie	4.00	
	Argile marneuse à psammites glauconifères	16.00	
	Silex perforés, roulés, verdis, pesant jusque 100 et 125 grammes; fragments de quartzite et de phyllades roulés et verdis	0.85	
			20.85
Sénonien	Craie durcie très fossilifère, conglomérat coquillier, avec gravier de quartz et menus fragments de phyllade		0.75
Cambrien	Phyllade gris verdâtre	1.40	
	Filon de quartz cristallisé et chalcopyrite	2.50	
	Phyllade gris verdâtre (source à 46^{m})	5.50	
			9.40
	TOTAL		46.0

Second puits, foré en 1896. (Résumé.)

Cote 22.

		Mètres.
Remblai		0.80
Moderne et quaternaire		14.20
Landenien inférieur.	Sable vert	4.00
	Argile à psammites, avec silex et cailloux verdis à la base	16.75
Sénonien	Craie durcie, très fossilifère, conglomérat coquillier, avec gravier de quartz et menus fragments de phyllade	0.65
Cambrien.	Phyllades, plus ou moins décomposés, jusque 65m,50.	29.10
	TOTAL	65.50

Cette coupe ne diffère pas de la précédente; elle la corrobore entièrement.

FOREST.

Brasserie de l'Abbaye.

Premier puits, foré en 1882.

Cote 2.

		Mètres.	
Quaternaire	Limon brunâtre	2.40	
	Sable jaune à grains moyens, pointillé de glauconie	3.00	
	Le même, gris pâle	5.20	
	Cailloux roulés de quartz, de quartzite, de silex, relativement petits, le plus gros pesant 12 grammes	0.10	
			10.70
Ypresien inférieur.	Argile plastique gris bleuâtre		15.60
Landenien inférieur.	Sable vert, fin, pointillé de glauconie	11.70	
	Argile gris bleuâtre avec psammites	15.30	
	Sable glauconifère gris noirâtre, à grains irréguliers, traces et débris de coquilles indéterminables	2.50	
	Cailloux de silex, de quartz, de quartzite, de phyllade, verdis, les uns roulés, les autres à arrêtes vives (couche très aquifère)	0.20	
			29.70

Cambrien	Roche friable, blanche, traçante, sans trace de calcaire, probablement un silicate résultant de l'altération du schiste.	9.50	
	La même avec apparence schisteuse.	6.70	
	Phyllade gris pâle (non percé)	5.50	
			21.70
	TOTAL		77.70

Second puits, foré en 1889. (Résumé.)

Cote 22.

			Mètres.
Terrain quaternaire			11.50
Ypresien inférieur.	Argile grise		14.20
Landenien inférieur.	Sable vert	8.50	
	Argile à psammites	20.40	
	Sable glauconifère	2.10	
	Cailloux verdis	0.15	
			31.15
Cambrien.	Phyllade gris blanc		1.65
	TOTAL		58.50

Puits artésien de la brasserie Wielemans-Ceuppens.

Avenue Van Volxem, à Forest.

Un premier puits fut foré lors de la construction de la brasserie ; n'y ayant contribué que pour le placement d'un tubage, nous n'en avons pas la coupe.

Le second puits fut foré en 1889 sur la limite de la propriété, côté sud, en dehors de la zone des alluvions de la Senne, et le troisième dans la cour qui sépare la brasserie des bâtiments consacrés aux bureaux.

Ces deux derniers ont fourni les coupes suivantes :

Puits n° 2. Côté sud.

Cote 22.

			Mètres.
Remblai			1.20
Quaternaire	Limon jaune	0.20	
	Le même, sableux	0.30	
	Sable et cailloux	0.40	
	Grès ferrugineux	0.06	
			0.96

Ypresien inférieur.	Argile sableuse	9.84	
	— bleuâtre	8.20	
	La même, très dure	15.80	
			33.84
Landenien inférieur.	Sable vert	8.50	
	Argile sableuse	1.50	
	— plastique	2.00	
	— à psammites	11.35	
	— sableuse	2.95	
			26.30
Cambrien	Phyllade, percé sur		0.52
	Total		62.82

Puits n° 3. Côté nord.

Cote 22.

			Mètres.
Remblai			2.35
Quaternaire	Terre végétale	0.65	
	Limon jaune, sableux	7.35	
	Sable et cailloux	0.30	
			8.30
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	7.95	
	— plastique	18.20	
			26.15
Landenien inférieur.	Sable vert	6.25	
	Argile sableuse	1.25	
	— plastique	2.00	
	— à psammites	14.95	
	— sableuse	0.85	
	Gros silex verdis	0.48	
			25.78
Cambrien	Phyllade	0.77	
	— rougeâtre par altération	5.70	
	— jaunâtre par altération	3.90	
	Phyllade rouge par altération, avec cristaux de quartz	1.56	
	Phyllade jaunâtre par altération	1.20	
	Phyllade rouge par altération, avec cristaux de quartz	4.44	
	Phyllade gris bleuâtre	18.50	
			36.07
	Total		98.65

UCCLE.

Puits artésien de la brasserie située rue du Presbytère, près de l'église.

Cote de l'orifice : 51.50, soit 1m,50 au-dessus du seuil de l'église (1895).

			Mètres.
Remblai			2.80
Quaternaire	Limon jaune, avec concrétions ferrugineuses	0.40	
	Sable jaunâtre, mouvant	2.90	
	— argileux, jaunâtre	3.10	
			6.40
Ypresien	Sable verdâtre, argileux	5.40	
	Argile sableuse, verdâtre	5.10	
	Un petit septaria	0.07	
	Argile sableuse, verdâtre	3.58	
	La même, plus pâle	1.80	
	Argile brune, sableuse, avec crabes fossiles	5.40	
	Argile compacte, plastique, pyrites	11.65	
	— sableuse, brune	3.95	
			36.95
Landenien	Sable vert	6.20	
	Argile sableuse	6.95	
	— à psammites	11.85	
	— plastique	1.85	
	Sable noir, très glauconifère	0.15	
			27.00
Cambrien	Argile jaune	0.10	
	Filon de quartz cristallisé dans le quartzophyllade jaunâtre	13.25	
			13.35
	TOTAL		86.50

La source est à 83m,45 dans une fissure.

Ce sondage a donné lieu à une observation assez intéressante sur le niveau des crabes fossiles, qui se trouve de 15 à 20 mètres au-dessus de la base de l'Ypresien et immédiatement au-dessus de la couche d'argile très plastique (1).

(1) Le gisement de Calevoet, où ces crustacés se trouvent remaniés à la base du Bruxellien, est situé à 1 kilomètre au sud du sondage.

En ce point, la base de l'Ypresien se trouve au-dessus du niveau de la mer, soit à la cote 5.55. Aux glacières de Saint-Gilles, situées à 2,200 mètres au nord de l'église d'Uccle, cet horizon se trouve à la cote —10.75. Sa pente kilométrique est donc d'environ 7 mètres.

La couche d'argile landenienne à psammites est nettement caractérisée par neuf bancs de ces roches, relativement dures.

Leur épaisseur totale est de 2^{m},85.

A la base du Landenien, on a retrouvé le sable noir glauconifère, comme à Forest, brasserie de l'Abbaye, mais sur une bien moindre épaisseur.

Enfin les roches primaires ont été atteintes à la cote —22. La source a été rencontrée dans leurs fissures.

LE PUITS ARTÉSIEN DE HEYST-OP-DEN-BERG

(station du tram à vapeur) (1)

par le baron Oct. VAN ERTBORN

Le sondage profond de Heyst-op-den-Berg a été exécuté dans une région nouvelle pour ce genre de travaux. Il en existait un de 65 mètres à Boisschot, mais nous ne pûmes nous procurer sa coupe détaillée. La présence du Diestien et du Bolderien était connue d'une manière certaine, mais on ignorait la profondeur et la puissance de l'argile rupelienne.

Les résultats au point de vue paléontologique sont également intéressants.

Cote 19.

		Mètres.	
Terrain remanié			0.70
Pliocène diestien.	Sable jaune foncé, d'apparence limoneuse par suite de la décomposition de la glauconie	0.50	
	Le même, verdâtre	0.95	
	Sable glauconifère, grossier	2.45	
	Grès glauconifère, verdâtre	0.35	
	Sable glauconifère, grossier	2.15	
	Le même, avec petits fragments de septaria roulés et quelques petits cailloux épars.	2.25	
	Le même, grisâtre, avec rognons de grès verdâtre (2)	0.55	
	Le même, avec débris de grès de 0m,10 à 0m,15 épars dans le sable vers la base (2)	3.85	
			13.05
Miocène bolderien.	Sable glauconifère, verdâtre, beaucoup plus fin que les précédents, très fossilifère (faune des sables d'Edeghem). Quelques débris de végétaux et petites dents de poissons à la base		3.05
	A REPORTER		16.80

(1) Cette station n'est séparée de celle du chemin de fer que par une clôture, côté sud.

(2) Ces grès renferment des moules de coquilles appartenant à la faune des sables miocènes à *Pectunculus pilosus*. Sont-ils en place, ou remaniés dans le Diestien, on ne saurait le dire. L'âge géologique des treize premiers mètres est difficile à préciser.

	REPORT		16.80
Oligocène rupelien.	ASSISE SUPÉRIEURE :		
	Argile brunâtre, sableuse.	3.10	
	— brunâtre, plastique, avec pyrites .	5.25	
	La même, plus dure, avec pyrites . . .	3.45	
	Un petit septaria.	0.08	
	Argile brunâtre, plastique, avec pyrites .	11.92	
	La même, moins dure, avec pyrites . . .	6.05	
	Un septaria	0.15	
	Même argile, avec pyrites.	13.45	
	Argile grisâtre, avec pyrites.	0.90	
	Un septaria	0.42	
	Argile plastique grisâtre, avec pyrites. .	3.63	
	Argile grisâtre, légèrement sableuse. . .	14.45	
			62.85
	ASSISE INFÉRIEURE :		
	Sable très fin, grisâtre, légèrement argileux	2.10	
	Sable fin, rares parcelles de mica, légèrement brunâtre.	4.15	
	Sable verdâtre, glauconieux et micacé; débris de coquilles; beaucoup de débris de végétaux pyriteux; rares coquilles entières, dont une bivalve (1).	3.60	
	Petits cailloux et petits galets de silex roulés; dents de poissons; un morceau triangulaire de silex cacholong	0.05	
			9.90
Éocène asschien .	Sable argileux, avec pyrites.	0.40	
	Argile sableuse, grisâtre, avec strates noirâtres	0.35	
	Argile grisâtre, percée sur	2.00	
			2.75
	TOTAL.		92.30

Il ne paraît pas y avoir de Quaternaire en ce point. En plaçant la caisse-guide du sondage, on a fait une fouille, qui a permis d'observer le passage graduel de la terre végétale au sable altéré, puis au sable glauconifère pur. Les courants rapides qui ont modelé la colline auront mis obstacle à toute sédimentation sur le pied de sa base.

(1) Cette couche est identiquement la même que celle atteinte à Westerloo à 116m80, où elle contenait moins de débris de végétaux. M. Velge a oublié de les signaler; le livre de sondage les mentionne.

Ce n'est pas sans étonnement que nous avons constaté qu'en ce point, l'argile rupelienne atteint 62^{m},85 de puissance. Cette épaisseur n'avait été observée, jusqu'alors, que dans le sous-sol de la ville d'Anvers.

Sa base se trouve donc à Heyst-op-den-Berg à la cote — 70. En admettant un relèvement de 7 mètres par kilomètre, qui est sa plus forte pente connue, elle atteindrait la cote 0 à 10 kilomètres au sud de Heyst-op-den-Berg. En tout cas, elle s'étend beaucoup plus loin que nous ne l'avions indiqué sur nos levés, il y a vingt ans, et au moins aussi loin que sa limite méridionale sur la carte au 40,000^{e}.

LISTE

DES

FOSSILES RECUEILLIS DANS LES ÉCHANTILLONS DU SABLE MIOCÈNE BOLDERIEN

DE HEYST-OP-DEN-BERG (1).

Murex inornatus? Beyr.
Cancellaria spinifera Grat.
Fusus attenuatus Phil.
— *crispus?* Bors.
Terebra Hörnesi Beyr.
— *acuminata* Bors.
Pleurotoma cataphracta Brocc.
— *Corneti* Koen.
— *flexiplicata* Nyst.
— *inermis* Partsch.
— *Staringi* Bosq.
— *Steinvorthi* Semp.
— *turricula,* Brocc. var.
Mitra Borsoni, Bell.
Natica Alderi Forb.
— *Beyrichi* Koen.
— *Josephinia* Risso.
Chenopus alatus Eichw.
Turritella subangulata Brocc.
Panopæa Menardi Desh.
Corbula striata? Walk.
Venus multilamella Lk.
Isocardia lunulata Nyst.
Arca diluvii Lk.
Limopsis aurita Brocc.
Nucula Haesendoncki Nyst et West.
Cidaris belgica Cott.
Flabellum appendiculatum Brongn.

(1) Déterminations de M. Ém. Vincent.

Nous avons recueilli, dans le sable rupelien inférieur, la faune suivante, déterminée par M. *É. Vincent* :

Pectunculus sp.
Pecten stettinensis Koen.
— *Hoeninghausi* Defr. var.?
Cyprina rotundata Braun.
Astarte pseudo-Omaliusi Bosq.
Cardita Kickxi Nyst.
Cardium cingulatum? Goldf.
Dentalium Kickxi Nyst.
Dentalium sp.
Dent de poisson sélacien.
Écaille de poisson.

Nous avons aussi recueilli au même niveau géologique dans la station de Saint-Nicolas-Waes :

Limopsis Goldfussi Nyst (1).
Ostrea callifera LK.
Pecten stettinensis Koen.
Cyprina rotundata Braun.
Cardium cingulatum Goldf.
Aspidopholas Peroni Cossm.
Dentalium sp.
Cliona sp.
Trois moules internes de *Cyprina*.

Il y a bien des années, nous avions déjà trouvé dans le sable rupelien, au sondage du château de Mont-Saint-Jean, à Zeelhem lez-Diest (2) :

Pecten Hoeninghausi Defr. (3).
Cardita Kickxi Nyst.
Stalagmium sp. (nouveau) abondant (4).

L'*Ostrea callifera* fut trouvée au fonçage des culées du pont du chemin de fer à Boom et dans de nombreux sondages. Le *Pecten stettinensis* fut rencontré la première fois au sondage de l'usine de MM. Gits et Cie, à Anvers (5).

Remarquons que le Rupelien tout entier est fort pyriteux en ce point, beaucoup plus encore que dans la région de Boom, où les pyrites sont loin d'être rares.

La vie organique était donc fort développée dans cette partie de la mer rupelienne.

(1) Déterminations de M. É. Vincent.
(2) La liste des fossiles diestiens de ce sondage est également intéressante.
(3) Détermination de M. G. Vincent. *Société géologique de Belgique*, t. XII, Bulletin.
(4) Ce fossile se trouve à présent dans les collections du Musée d'histoire naturelle. Vu son abondance, il y aurait lieu de le décrire.
(5) *Soc malac. de Belg.*, t. XXX, p. LVI, *Sur l'âge des sables intercalés entre l'argile de Boom*, etc, par G. Vincent.

La grande quantité de végétaux trouvée à la base de l'assise inférieure semble indiquer qu'un cours d'eau avait son embouchure à proximité et amenait de grandes quantités de bois flotté.

L'argile glauconifère paraît se trouver au-dessous de l'étage rupelien, comme dans la partie occidentale de la province d'Anvers; la sonde n'y a pénétré qu'à $2^m,75$; plus à l'est, nous l'avons percée à Westerloo.

Jamais nous n'avons trouvé de traces de vie organique dans cette argile, quoique nous l'ayons percée si souvent. Nous ne lui connaissons aucun affleurement accessible dans la basse Belgique; l'argile rupelienne, d'autre part, en présente des milliers (1).

M. Van den Broeck fait remarquer, au sujet de la présence et de l'épaisseur des amas caillouteux rencontrés dans le sondage de Saalhof, qu'il est bien possible, comme le pense M. van Ertborn, qu'il y ait ici une erreur d'observation du sondeur, due à des défauts de manipulation ayant produit des descentes de cailloux; il faut cependant tenir compte aussi de la possibilité de rencontrer réellement des amas localisés et épais de cailloux quartzeux dans la Campine anversoise.

Il existe dans la Campine limbourgeoise un immense delta caillouteux, bien représenté dans les ballastières de Genck par exemple, et qui représente les alluvions quaternaires de la Meuse, datant de l'époque où au lieu de couler vers le nord, en aval de Maestricht, comme actuellement, elle s'étendait largement vers le nord-ouest. Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce que, dans la Campine anversoise, des lits localisés de cet estuaire caillouteux fussent rencontrés par des puits artésiens ou ordinaires, et ce à peu de distance d'autres, situés hors du cours de ces anciens bras fluviaux et dont les allures et sinuosités nous sont restées inconnues.

Vu l'heure avancée, les communications de MM. *Rutot* et *Simoens* sont remises à la prochaine séance.

La séance est levée à 10 heures 45.

(1) Dans les environs de Bruxelles, l'argile glauconifère est peu cohérente; mais plus au nord, elle est aussi tenace, dure et plastique que l'argile de Boom; on n'y a pas rencontré de *septaria* jusqu'à présent.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 16 AVRIL 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Sommaires de la « Revue de géologie pratique » (1).
(Zeitschrift für praktische Geologie.)

FASCICULE I, DE JANVIER 1901.

Articles originaux.

A. Denckmann, Recherches géologiques sur la source de Wolkersdorf près Frankenberg, en Hesse.

J.-H.-L. Vogt, Suite des recherches sur la formation de minerais de fer titanifères dans des roches éruptives basiques.

Correspondance.

C. Ochsenius, De l'eau salée dans le carbonifère.

Travaux récents analysés.

S. F. Emmons, Enrichissement secondaire de gîtes métallifères.

W. H. Weed, Enrichissement secondaire de filons aurifères et argentifères.

F. Danvers-Power, Les gîtes productifs de la Nouvelle-Calédonie.

F. C. Schrader et A. H. Broocks, La région aurifère du cap Nome.

Ch. Bogdanovitch, Explorations et recherches d'or accomplies par l'expédition d'Okhotsk-Kamtchatka sur la côte nord-occidentale de la mer d'Okhotsk.

K. von Kraatz-Koschlau et L. Wöhler, Les colorations naturelles des minéraux.

(1) *Zeitschrift für praktische Geologie*, 9e année. La Société belge de Géologie s'est abonnée, à partir de janvier 1901, à cette utile publication, éditée à Berlin par M. *Max Krahmann*, et qui entre dans sa neuvième année. La traduction des sommaires de chaque numéro (mensuel) sera fournie à l'avenir en annexe à nos Procès-Verbaux des séances et fera partie des éléments du *Bulletin bibliographique*.

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

R. Beck, Traité des gîtes métallifères. Berlin, 1901.

H. de la Coux, L'eau dans l'industrie. Paris, 1900.

F. von Kobell, Traité de minéralogie. 6e édition, par K. Oebbeke et E. Weinschenk.

H. Messmer, Les charbons fossiles et l'évolution du règne végétal.

B. — Choix de titres *parmi les indications d'ouvrages et de mémoires récemment parus, signalés dans la Revue.*

Bechmann, Notice sur le Service des eaux et de l'assainissement de Paris. Paris, 1900.

P. Choffat, Aperçu de la géologie du Portugal. Lisbonne, 1900.

F. Frech, Le rendement et l'épuisement probable des dépôts houillers. Stuttgard.

A. Geikie, De la coopération internationale dans les investigations géologiques. (*The Journal of Geology*, vol. VIII, n° 7.)

L. de Launay, Géologie pratique et petit dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels. Paris, 1901.

F. Loewinson-Lessing, La question de la cristallisation dans les magmas. (*Centralblatt f. Min.*, *1900*, n° 9.)

J. Walther, La loi de la formation des déserts aux temps présents et passés. Berlin.

E. Weinschenk, Contribution à l'étude des gisements de graphite. (*Abhandl. k. bayer. Akad. d. Wiss.*, 1900.)

Les mines du Japon, ouvrage publié par la Commission impériale du Japon à l'Exposition universelle de Paris, 1900.

Notices.

La production d'or de Rhodesia.

Cuivre natif cristallisé sur du bois dans les mines de Kawan Island, Nouvelle-Zélande.

L'exportation des minerais de manganèse de la Russie.

La production de la fonte en 1870, 1880, 1890 et 1899.

Les gîtes de charbon de Victoria.

La production de charbon des colonies britanniques.

Découverte de diamants dans la Guyane britannique.

Découverte de gisements de phosphate en Égypte.

Le pétrole de la Californie méridionale.

La production minérale de la Russie.

FASCICULE II, DE FÉVRIER 1901 (pp. 41-80).

Articles originaux.

B. Lotti, Les gîtes de cinabre et d'antimoine de la Toscane, etc.

F. Kaunhowen, Sur quelques micro-organismes des combustibles fossiles (d'après B. Renault).

W. Bodenbender, Filon de galène avec minerais de vanadium et de molybdène de la province de San-Luis, République Argentine.

Idem, Micas de la République Argentine.

Travaux récents analysés.

C. R. Keyes, Sur la classification des gîtes métallifères.

L. Demaret, Les gisements des minerais de cuivre.

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

P. Gerhardt, Manuel des travaux effectués au sujet des dunes allemandes Berlin, 1900.

A. Jentzsch, Le sous-sol profond de Königsberg, en vue de la distribution d'eau de la ville. (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst.*, 1899).

G. Kunz, La production des pierres précieuses aux États-Unis. (*21st Annual Report of the Geol. Survey*, 1899-1900.)

L. de Launay, Géologie pratique et petit dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels. Paris, 1901.

E.-A. Martel, La spéléologie ou science des cavernes. Paris, 1900.

A. Meister, Bassins de l'Oudéréi et de l'Oudoronga.

M. Mourlon, L'étude des applications est le meilleur adjuvant du progrès scientifique en Géologie. Bruxelles, 1900.

K. Oebbeke, L'importance de la Galicie et de la Roumanie pour la production du pétrole en général et pour l'approvisionnement de l'Allemagne en particulier. (Munich, 28 janvier 1900, *Allgem. Zeitung.*)

G. Ramond, La Géographie physique et la Géologie à l'Exposition universelle de 1900. (*Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1900.)

H. Ries, Rapport préliminaire sur les argiles de l'Alabama. (*Service géologique de l'Alabama*. Bull. n° 6. Jacksonville, 1900.)

F. Wallerant, Groupements cristallins. (*Scientia*, Paris, 1899. Carré et Naud.

G. Zoepfl, La concurrence du pétrole russe et américain. Berlin, 1899.

E. Zschimmer, Manuel pratique de l'analyse des roches silicatées. (Leipzig, Engelmann.)

B. — Choix de titres, *parmi les indications d'ouvrages et de mémoires récemment parus, signalés dans la Revue.*

M. Bertrand Les grands charriages et le déplacement du pôle. (*Compte rendu Acad.* Paris, 1900.)

H. Credner, Les tremblements de terre du Vogtland en juillet et en août 1900. (*K. sächs. Gesellsch. Wiss.* Leipzig, 1900.)

E. Gerland, La station centrale de recherches séismologiques à Strasbourg et la séismologie moderne. (*Zeitschr. f. phys. Erdk.*, Bd IV, 1900.)

L. Pelatan, Les richesses minérales des colonies françaises : Madagascar. (*Rev. univ. des Mines*, 1900.)

Notices.

Le tremblement de terre en Silésie du 10 janvier 1901.

De la houille dans la Rhodesia.

Les mines d'émeraude dites de Cléopâtre, en Égypte.

L'importation et l'exportation minérales de l'Espagne en 1900.

La production minérale des Indes anglaises en 1900.

FASCICULE III, de MARS 1901 (pp. 81-121).

Articles originaux.

H. Amsel, La formation des minerais oolithiques de la Lorraine allemande.

H. Hofmann, Les filons de stibine de Pricov, en Bohême.

F. Kaunhowen, Sur quelques micro-organismes des combustibles fossiles (*suite*).

Correspondances.

C. F. Kolderup, Quelques remarques sur la formation de minerais de fer titanifères en Norwège.

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

H. Seipp, La résistance aux intempéries des matériaux de construction naturels et les épreuves de cette résistance, à l'égard surtout des ardoises. Iena, 1900. (191 p., 8 tableaux, 21 fig. et 20 planches.)

B. — Choix de titres, *parmi les indications d'ouvrages et de mémoires récemment parus signalés dans la Revue.*

E. Holzapfel, Les relations et l'étendue des bassins houillers allemands. (*Verhandl. Gesellsch. d. Naturf. u. Aerzte,* 1900.)

Marschick, La tourbe et son emploi industriel. (*Techn. Blätter*, 1899, t. IV.)

Oelwein, Le captage de l'eau souterraine pour la distribution d'eau de Sternberg et de Witkowitz en Moravie. (*Z. Oest. Ing. u. Arch. Ver.*, 1900.)

A. Penck, Les époques glaciaires de l'Australie. (*Zeitschr. Ges. f. Erdk.*, 1900, t. XXXV.)

I.-L.-C. Schroeder van der Kolk, La rayure des minéraux dits opaques. (*Centralbl. Min.*, 1901, n° 3.)

Notices.

Les filons de quartz aurifère de Sarela en Sibérie centrale.

La production totale du platine en 1900.

La production du manganèse.

La production totale du mercure en 1900.

La production du fer brut des États-Unis en 1900.

La production de métaux des États-Unis de 1891 à 1899.

La production et l'exportation du charbon de l'Angleterre de 1885 à 1899.

Le commerce de lignites de la Bohême en 1899.

Les schistes bitumineux de l'Écosse.

L'industrie du pétrole de la Russie en 1900.

La région pétrolifère du Kern River, en Californie.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

J. Walther. — La formation des déserts dans les temps présents et passés.

L'auteur a étudié sur place plusieurs déserts et expose d'une façon très détaillée leur formation et leur importance géologique. Un de leurs principaux caractères est la rareté de la pluie et, comme conséquence, l'absence des transformations provoquées par l'écoulement des eaux pluviales. Par contre, on y constate, d'une façon très intense, la désagrégation du sol par voie sèche, provoquée d'une part par les variations de la température journalière, qui peut atteindre 50° C., d'autre part par l'action chimique des solutions salines plus ou moins concentrées.

Celles-ci ont pour action de durcir les roches à leur surface, mais aussi de les rendre friables au centre, et lorsque la solution saline gèle à leur intérieur, elle les fait éclater. Par contre, lorsqu'elle s'évapore à la surface, elle y provoque la formation d'un enduit très mince, de couleur brunâtre, formé en proportions variables d'oxyde de fer et d'oxyde de manganèse.

La dénudation de la surface du désert et son relief sont provoqués par la *déflation*, qu'il faut bien distinguer de l'action mécanique du sable soulevé par le vent. L'action directe du vent sur la roche y provoque des cavités ou bien isole les roches des dépôts plus meubles qui se trouvaient en contact avec elles. Le désert parsemé de roches constitue pour l'auteur le premier stade de la formation du désert, et celui-ci aboutit à la formation de plaines plus ou moins sablonneuses (Hamada ou Sserir). C'est à la déflation qu'il faut attribuer la formation des collines isolées présentant parfois la stratification horizontale primitive.

La rareté de la pluie dans le désert est beaucoup plus grande que dans les oasis voisines. Le niveau de l'eau sous la surface du sol descend très bas, et les eaux y sont fortement chargées de matières salines.

Le désert ne présente pas d'écoulement pour les eaux de pluie. Celles-ci s'accumulent à la surface, où elles absorbent rapidement les matières salines et forment des lacs, qui ne tardent pas à se dessécher. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer les dépôts de sel ou de gypse que l'on constate dans le désert.

On constate la formation de conglomérats, et l'on peut ainsi s'expliquer l'origine de certains dépôts géologiquement plus anciens. La déflation ne laisse parfois à la surface rocheuse du désert qu'une couche plus ou moins épaisse de blocs durs. Dans d'autres cas, on rencontre des couches très épaisses de matières quaternaires, sous forme de sable, d'argile, de gravier ou de lœss. Un sondage du chemin de fer transcaspien a montré qu'elles pouvaient atteindre une épaisseur de 665 mètres.

Le sable des dunes, dans le désert, se forme de différentes façons, et les dunes sont normalement disposées en arc de cercle. Dans la région transcaspienne, on les désigne alors sous le nom de *barkhane*.

Le désert, par suite de l'influence du vent, ne conserve pas la couche de matériaux

provenant de la desagrégation des roches; ceux-ci sont transportés à de grandes distances, et s'ils rencontrent des steppes, la végétation de celles-ci les arrête, et le sable fin se dépose sous forme de lœss.

Les matières salines transportées par l'eau et par le vent peuvent s'accumuler sur certains points. La formation des résidus salins provient de ce que l'évaporation de l'eau est beaucoup plus persistante que la chute de l'eau, et de ce que les dunes mobiles recouvrent les mares d'eau salée. L'auteur prétend que le dépôt de matières salines ne s'observe nulle part dans le bassin océanique et que la cristallisation des sels de certaines solutions n'est possible que dans les conditions climatériques qui se rencontrent dans le désert. Il faudrait donc tenir compte de celles-ci dans l'étude des dépôts de sels que l'on rencontre dans certains terrains.

On voit qu'il y a un très grand nombre de questions qui se rattachent à l'étude des contrées désertiques, et que leur importance géologique est considérable, non seulement de nos jours, mais encore dans les temps géologiques qui ont précédé notre époque.

(Berlin, D. Reimer (E. Vohsen), 1900, 175 pages in-8°.)

L'eau salée dans le terrain houiller.

D'après une communication de M. *Gosselet,* faite au dernier Congrès géologique international, on trouve, dans l'eau du terrain houiller du nord de la France, du chlorure de sodium, tandis que l'eau du calcaire carbonifère renferme du sulfate et du carbonate sodiques. On attribue ce fait, entre autres hypothèses, à une filtration d'eau de mer; mais la situation des couches en question au-dessus du niveau de la mer rendrait cette explication peu probable.

M. *C. Ochsenius* fait au sujet de cette objection les remarques suivantes : A peu près tout le sel provient de l'océan. Quand la température de l'atmosphère terrestre s'est abaissée à 776°, le chlorure de sodium s'est solidifié, suivi bientôt de sulfates et autres sels. L'eau, apparue beaucoup plus tard, entraîna tout ce qui était soluble vers la mer. Par suite d'évaporations partielles, les divers dépôts de sel gemme se sont formés et ont pu arriver, par les mouvements orogéniques, à tous les niveaux.

L'auteur a déjà montré, en 1893, comment, par l'action de l'acide carbonique sur le sel gemme et les sels qui l'accompagnent habituellement, le carbonate et le sulfate sodiques ont pu prendre naissance. C'est donc dans l'eau de l'océan ancien et non actuel qu'il faut chercher l'origine de ces sels.

(*Zeitschr. f. prakt. Geol.,* 1900, I. Heft, p. 19.)

SÉANCE SPÉCIALE POUR L'ÉTUDE DES SABLES BOULANTS DU 30 AVRIL 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président*.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance :

M. *Petermann*, directeur de la Station agronomique de l'État à Gembloux, nous adresse, comme contribution à l'*étude des sables*, qui doit être la base de nos recherches scientifiques sur le « boulant », les renseignements suivants au sujet de la dénomination et de l'échelle de diamètres dont il se sert, depuis près de trente ans, pour caractériser les produits de la séparation des grains de sable, tels qu'on les obtient dans l'analyse mécanique des sols arables étudiés au point de vue agronomique.

MON CHER CONFRÈRE,

Le procès-verbal du 15 janvier 1901 m'apprend que notre Société a mis à l'étude la question des « sables boulants ».

Permettez-moi, à propos du second alinéa du programme provisoire, — établissement d'une échelle des grosseurs des sables, — de vous signaler, à titre de renseignement, la dénomination et l'échelle de diamètres dont je me sers (1), depuis presque trente ans, pour caractériser

(1) *Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture*, t. III. Paris, Masson, et Bruxelles, Mayolez, p. 20, § 6; p. 21, § 8; p. 38, note 10; p. 41, note 14.

les produits de la séparation des grains de sables, tels qu'on les obtient dans l'analyse mécanique des sols arables, étudiés au point de vue agronomique. Voici la marche sommaire de cette analyse :

Résidu sur le tamis de 5^{mm}	d'ouverture des mailles :	*cailloux et graviers.*
—	1^{mm}	—	*débris minéraux.*

Le produit qui passe, dénommé « terre fine », est soumis à l'analyse physico-chimique d'après Schloesing et fournit le « sable » (sable quartzeux — sable silicaté) exempt de calcaire et d'argile. Ce sable est séparé par un tamisage en :

Résidu sur le tamis de 0^{mm},5	d'ouverture des mailles :	*sable gros.*
—	0^{mm},2	—	*sable fin.*
Ce qui passe.			*sable poussiéreux.*

Pour cette séparation (le tamisage est accéléré beaucoup en travaillant les résidus des divers tamis avec un pinceau), on se sert, avec avantage, au laboratoire de la Station agronomique, du tamis de précision de Müller (constructeur Gerhardt, à Bonn), qui se compose de trois compartiments en cuivre et acier, emboîtés les uns dans les autres et fermés par un couvercle.

Le pouvoir absorbant (article 3 du programme provisoire) est déterminé de la manière suivante : remplir un cylindre en verre (1) de 20 à 25 centimètres de hauteur et 6 à 8 centimètres de diamètre, avec 800 à 1000 grammes de terre, en tassant par de légères secousses fréquemment répétées. L'ouverture du cylindre est étirée au bout inférieur et fermée au moyen d'un bouchon en caoutchouc troué, sur l'ouverture duquel on place une petite rondelle en toile, préalablement mouillée. Peser le cylindre avant et après introduction de la terre, plonger dans un vase d'eau distillée, de façon que le niveau extérieur de l'eau dépasse d'environ 2 centimètres le niveau intérieur de la terre. Rétablir ce niveau au fur et à mesure que l'eau s'élève. Maintenir le contact pendant cinq à six heures; après l'imbibition complète, retirer le cylindre, le couvrir pour éviter l'évaporation de la couche supérieure, laisser égoutter quelques heures, essuyer, peser.

(1) La détermination du pouvoir absorbant pour l'eau est beaucoup plus exacte lorsqu'on opère sur un volume de terre ayant de haut en bas la même section, cercle ou carré, que si l'on expérimente sur un cône, comme cela se fait habituellement en employant un entonnoir.

Replonger le cylindre dans l'eau, etc.; faire une seconde pesée pour s'assurer s'il n'y a plus eu d'absorption.

Le poids de la terre et celui de l'eau retenue étant ainsi connus, on peut établir, en pour cent, le pouvoir absorbant pour l'eau, en tenant compte naturellement de l'eau que la terre séchée à l'air contenait primitivement, c'est-à-dire avant l'expérience d'imbibition.

Pour terminer, je me mets bien volontiers à la disposition de ceux de mes confrères qui, ne disposant pas de laboratoire, voudraient voir exécuter quelques déterminations de la quantité d'eau que les sables boulants peuvent retenir. Rigoureusement exécutées d'après la même méthode et avec le même matériel, ces déterminations fourniraient des chiffres absolument comparables.

Croyez, mon cher Confrère, à mes sentiments bien dévoués.

Dr A. PETERMANN.

L'Assemblée, après l'audition de cette lettre, vote des remerciements à M. le Dr Petermann pour l'offre précieuse et si obligeante qui termine son intéressante lettre.

M. *Van Meurs* nous annonce la prochaine publication, dans les *Annales des travaux publics de Belgique*, d'un travail de M. *Denil* sur les SABLES BOULANTS DU CANAL DU CENTRE, A HOUDENG. M. *Cornet*, qui s'est occupé du côté géologique et minéralogique de cette question, a été prié de rédiger une note sur ce sujet.

M. *le commandant Cuvelier* signale à notre attention une très belle étude faite par M. *Feret*, ancien élève de l'École polytechnique de France, chef du Laboratoire des ponts et chaussées de Boulogne-sur-Mer, sur la COMPACITÉ DES MORTIERS HYDRAULIQUES, laquelle rencontre tout naturellement une partie relative aux sables, et exposant une méthode de représentation graphique pouvant parfaitement s'appliquer à nos études sur le boulant. M. Cuvelier joint à sa lettre une *Notice* résumant les travaux de M. Feret sur ce sujet.

M. *Habets*, à l'occasion du projet de session annuelle extraordinaire dans les gisements métallifères du Harz, nous informe que l'organisation de cette excursion nécessitera des démarches diplomatiques, des demandes d'autorisation de visite, qui nécessairement prendront du temps. D'autres circonstances encore, telles que le grand nombre des excursionnistes déjà inscrits pour cette année, ne permettent pas de pouvoir assurer la réussite du projet qu'avait formulé la Société.

Le Conseil de celle-ci, consulté à ce sujet, a décidé de renoncer à

cette excursion et propose d'organiser la Session extraordinaire dans le nord de la France, sous la conduite de M. le professeur *J. Gosselet.*

Ce vœu sera transmis à notre éminent confrère, qui l'accueillera sans doute avec son obligeance et avec son dévouement habituels.

M. *Cornet* nous signale le coup de grisou du charbonnage du *Grand-Buisson*, suivant de près les tremblements de terre de Rome, Lisbonne, Jersey, etc.

M. *Verstraeten*, en s'excusant de ne pouvoir assister à la séance, est heureux de voir, dans les exposés publiés dans nos Procès-Verbaux sur le « boulant », la confirmation de ce qu'il a dit dans son petit *Essai de terminologie hydrologique*, dont la reproduction dans le *Bulletin* pourrait être de quelque utilité.

M. Kemna a reçu une lettre de M. Th. Verstraeten, exprimant sa satisfaction de voir confirmer, par les ingénieurs américains, des vues exprimées par lui il y a déjà une vingtaine d'années et, plus récemment, au Congrès d'hydrologie médicale de Liége, en 1898. M. Verstraeten serait très désireux d'assister aux séances du boulant, mais a toujours été retenu par ses occupations; tel est encore une fois le cas pour la séance d'aujourd'hui.

La communication de M. Verstraeten au Congrès de Liége a pour titre : « Essai de terminologie hydrologique ». Le chapitre II : *Ruissellement, filtration,* donne un calcul de la porosité d'une couche théorique, analogue au calcul de M. Van Aubel. Il y a ensuite la discussion des formules du passage de l'eau à travers des masses de sable, la distinction du vide en section et du vide en volume, résultant des dimensions des grains. Sur toutes ces questions, le travail de M. Verstraeten et la note récente, publiée dans nos Procès-Verbaux du « boulant », sur la Géométrie des couches de sable se rencontrent en parfait accord.

Si le travail de M. Verstraeten n'a pas été cité, c'est que M. Kemna n'a pas fait la bibliographie de la question et n'avait d'autre but que de fournir un exposé théorique sommaire pour amorcer la discussion. En outre, il a cru que le travail de M. Verstraeten était consacré à des questions de terminologie d'un intérêt assez secondaire; trompé par le titre, il n'a pas donné, à l'époque de la publication, à ce travail toute l'importance qu'il mérite.

La Société a reçu la douloureuse nouvelle du décès de notre sympathique et regretté collègue, M. *Jules Van Ysendyck,* architecte, membre

de l'Académie royale de Belgique, décédé à Saint-Gilles le 18 mars écoulé. — Des condoléances seront adressées à la famille.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule V et dernier du tome XI du *Bulletin* (1897) ainsi qu'un tiré à part extrait de celui-ci et représentant son travail assez étendu, qui a quelque peu retardé l'apparition du fascicule. Ce travail est intitulé : *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la Géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires* (177 pages, 12 figures).

A propos de ce travail, qui s'étend assez longuement sur l'hydrologie des calcaires de Tournai (1), il signale la nécessité d'attirer l'attention de l'administration communale de la ville de Tournai sur le projet de distribution d'eau, dû à M. Delwaert, lequel vient d'être adopté par le conseil communal de cette ville. Ce projet consiste dans l'alimentation de la ville de Tournai en eau potable prise dans le calcaire carbonifère. Cependant les analyses bactérioscopiques de notre collègue Herman, directeur de l'Institut bactériologique du Hainaut, ont clairement démontré le danger éventuel que pourrait offrir l'utilisation de ces eaux pour l'alimentation. La ville de Tournai elle-même a distribué une brochure (2) faisant très franchement connaître, parmi les éléments fournis par les analyses de M. Herman, certaines données paraissant peu favorables, pour ne pas dire plus. On ne s'explique pas, dans ces conditions, que l'édilité tournaisienne ait voté le projet Delwaert sans avoir, au préalable, fait appel à une nouvelle enquête scientifique et, notamment, sans faire appel aux lumières de la Géologie, dont le rôle, dans ces questions, est tout indiqué.

M. *Delecourt-Wincqz* estime que si la Société a pour devoir de s'inquiéter de tout ce qui a rapport à la science, elle doit cependant borner son action aux conseils scientifiques qui pourraient lui être *demandés*. D'après lui, comme Société, elle n'a pas d'initiative à prendre pour recommander ou critiquer.

Il s'attache surtout à démontrer les difficultés qui peuvent surgir de l'initiative d'une société comme la nôtre dans une question qui revêt,

(1) Voir notamment, dans le chapitre de cet exposé intitulé : *Hydrologie des terrains rocheux calcaires,* les pages 410 à 423, spécialement relatives à la région de Tournai, et, dans la NOTE ADDITIONNELLE n° 3, le chapitre : *Notes complémentaires sur l'hydrologie des calcaires horizontaux de Tournai* (pp. 511-517). Voir enfin, comme application de ce qui précède, les *Conclusions* (pp. 528-542).

(2) Ville de Tournai. *Distribution d'eau.* Documents publiés en exécution de la résolution du conseil communal du 16 novembre 1900. Tournai, Van Gheluwe-Coomans, 1900, brochure in-8° de 29 pages.

à côté du point scientifique, un caractère d'entreprise, d'affaires en quelque sorte, dans lesquelles la Société belge de Géologie ne peut évidemment s'immiscer. Le rôle purement consultatif de celle-ci doit se restreindre exclusivement aux conseils à donner lorsqu'ils nous sont demandés en tant que Société, et c'est dans cette voie que celle-ci pourrait rendre des services considérables au pays.

M. *Van den Broeck* n'entend nullement engager la Société. Ayant appris qu'à Tournai on a proposé d'utiliser des eaux dont il a, dans le travail qu'il vient de consacrer à l'hydrologie des calcaires, montré les dangers tout au moins éventuels ou possibles et dont, en tout cas, il a fait ressortir l'origine suspecte, il se borne à exprimer un désir formel : c'est que les considérations d'ordre géologique et partant scientifique, que, d'accord avec divers spécialistes d'ailleurs, il a fait valoir, au sujet du régime hydrologique de la région de Tournai, soient mûrement étudiées par les intéressés. Il lui paraît hautement désirable qu'il en soit fait ainsi avant qu'une décision quelconque, pouvant nuire aux intérêts hygiéniques des populations, soit définitivement prise. Il n'a nullement envisagé le côté affaire ou entreprise, qui lui est absolument indifférent ou étranger. Il reconnaît d'ailleurs, avec M. Delecourt-Wincqz, n'avoir nullement à faire intervenir la Société, qu'il s'est borné à avertir de son intention, comme auteur du travail précité, de faire connaître aux intéressés les dangers que présente un projet d'alimentation d'eau basé sur des puits creusés dans les calcaires, projet dont l'élaboration ne paraît pas avoir été accompagnée d'une enquête scientifique suffisante et approfondie, *spécialement au point de vue géologique.*

Communications des membres :

M. le capitaine *Rabozée*, en l'absence du commandant *E. Cuvelier*, résume en séance le travail ci-contre.

QUELQUES MOTS

A PROPOS DE

L'ÉTUDE SCIENTIFIQUE DU « BOULANT »

PAR

E. CUVELIER
Capitaine commandant du Génie,
Professeur à l'École militaire.

I. — PRÉLIMINAIRES.

1. Comme on le sait, l'*Étude scientifique* du sable a été faite à bien des points de vue. Nous nous proposons, dans cette courte note, d'attirer l'attention sur des travaux récents concernant l'étude du sable considéré comme élément constitutif du mortier; il est vraisemblable que les diverses idées que nous allons rencontrer pourront aider quelque peu dans la question si complexe du « boulant », et même guider dans la résolution de certains problèmes de géologie appliquée.

2. En 1892 a paru, dans les « Annales des ponts et chaussées de France », un très important travail de M. Feret, sur la *Compacité des mortiers hydrauliques* (1). Avant de faire connaître la méthode suivie par M. Feret, il nous paraît utile d'indiquer brièvement quelques conclusions *pratiques* auxquelles il est arrivé et qui montreront clairement que sa façon de procéder peut être utilisée dans des recherches géologiques et hydrologiques et *non seulement* dans l'art de l'ingénieur proprement dit. Ainsi M. Feret, ayant étudié *la filtration de l'eau à travers les mortiers* (2), a trouvé :

1° De tous les mortiers de même *composition granulométrique* (voir

(1) R. Feret, ancien élève de l'École polytechnique, chef du laboratoire des ponts et chaussées de Boulogne-sur-Mer, *Sur la compacité des mortiers hydrauliques*. (Annales des ponts et chaussées de France, juillet 1892.)

(2) Une fois qu'ils ont durci, les mortiers peuvent, en somme, être considérés comme de véritables *roches cohérentes*.

n° 10 ce qu'il faut entendre par là), les plus perméables sont ceux qui contiennent le moins de ciment;

2° De tous les mortiers de même richesse en ciment, mais de composition granulométrique variable, ceux qui contiennent très peu de grains fins sont de beaucoup les plus perméables. Ils le sont d'ailleurs d'autant plus que, à *égale proportion* de grains *fins* (sable fin, plus ciment), les grains gros prédominent plus par rapport aux grains moyens. Le minimum de perméabilité a lieu pour les mortiers dans lesquels la proportion de grains moyens étant faible, celles des grains gros et des grains fins sont à peu près égales entre elles;

3° La décomposition produite par le passage continu de l'eau de mer à travers des mortiers de même dosage (en poids), mais de compositions granulométriques variables, est d'autant plus rapide et plus énergique que le sable contient plus de grains fins.

3. Les études de M. Feret ont été précédées, notamment, de celles de M. l'ingénieur Alexandre (1), qui a prouvé, entre autres choses concernant les mortiers :

1° Que si la *perméabilité* (2) *diminue* quand le dosage en ciment augmente, la *porosité* (3) *augmente* quand le sable est plus fin;

2° Que la perméabilité augmente avec la grosseur des grains de sable;

3° Que la porosité est d'autant plus forte que le sable est plus fin;

4° Que la perméabilité des mortiers soumis à une filtration *continue* d'eau douce ou d'eau de mer *diminue* rapidement avec le temps (4).

4. Pour terminer ces préliminaires, nous présenterons une observation faite par M. Feret sur l'influence de l'*humidité des sables* : Une des principales causes pouvant occasionner des écarts dans le dosage des mortiers, dit-il, consiste en ce que le tassement du sable dans les jauges

(1) *Annales des ponts et chaussées de France*, septembre 1900.

(2) Ou propriété de se laisser traverser par l'eau : elle est mise en évidence par la quantité d'eau qui peut traverser une épaisseur donnée de mortier par unité de surface pendant un temps donné, sous une pression donnée. La perméabilité dépend moins du volume total des vides que de leurs dimensions individuelles.

(3) Ou propriété qu'ont les mortiers ayant durci de présenter des vides; elle est mise en évidence par la quantité d'eau absorbée. A égalité de dosage, les mortiers de sables fins sont les plus poreux et les moins perméables; les mortiers de sables gros sont, au contraire, les moins poreux et les plus perméables.

(4) Il convient de réserver le cas où surviendraient dans le mortier soumis à la filtration certaines modifications importantes, telles qu'un commencement de désagrégation ou des fissures : on aperçoit ici l'application au régime hydrologique des roches.

est extrêmement variable suivant le degré d'humidité de cette matière.

L'humidité a pour effet, tant qu'elle ne *dépasse pas une certaine limite*, de s'opposer au glissement des grains les uns sur les autres et par suite au tassement du sable (2).

(2) Ainsi, voici quelques résultats obtenus par M. Feret :

Proportion d'eau, en kilogrammes, mouillant 100 kilogrammes de sable sec . .	0	0,5	1	2	3	5	10
Perte de poids subie après séchage, en grammes, par kilogr. de sable humide.	0	5	9.9	19,6	29,1	47,6	90,8
SABLE DE DUNES (BOULOGNE)							
Poids de 1 mètre cube de sable humide (en kilogrammes)	1458	1310	1238	1213	1209	1208	1266
Poids de sable sec contenu dans 1 mètre cube de sable humide (en kilogrammes)	1458	1304	1226	1189	1174	1151	1149
SABLE RAMASSÉ SUR LA CÔTE (BOULOGNE)							
Poids de 1 mètre cube de sable humide (en kilogrammes)	1514	1463	1412	1260	1221	1229	1305
Poids de sable sec contenu dans 1 mètre cube de sable humide (en kilogrammes)	1514	1456	1398	1235	1185	1171	1187

On voit qu'une *très faible proportion d'eau* suffit pour abaisser *énormément* le poids du sable *sec* entrant dans 1 mètre cube de sable *humide*. Par exemple, pour 2 °/₀ d'eau, ce poids est inférieur d'environ 20 °/₀ à celui du même sable mesuré sec : 1458 — 1213 = 245, soit donc une perte d'environ un cinquième. D'ailleurs, quand le degré d'humidité augmente, le poids tend à devenir constant et même à remonter légèrement. La *figure 1*, traduction graphique d'une partie du tableau ci-dessus, montre clairement l'influence de l'humidité du sable de dunes sur son tassement.

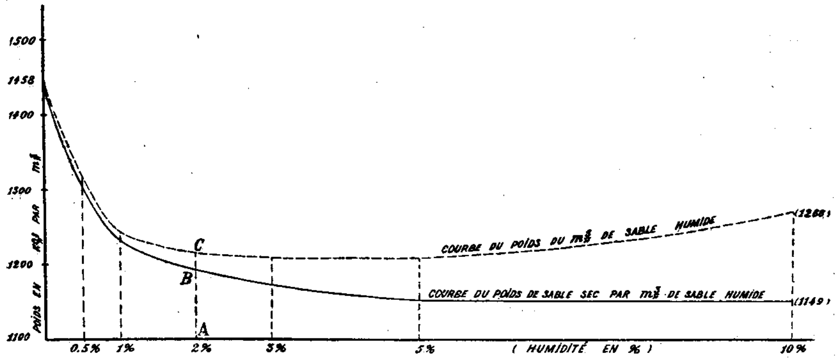


FIG. 1. — Influence de l'humidité du sable de dunes sur le tassement de ce sable, d'après M. Feret.

Exemples : Pour 2 °/₀ d'eau (point A), le poids de 1 mètre cube de sable humide est de 1213 kilogr. (point C) et le poids de sable sec *contenu* dans 1 mètre cube de sable humide est de 1189 kilogr. (point B); le sable complètement sec pèse 1458 kilogr. Pour 10 °/₀ d'eau, les poids sont de 1266 et de 1149 kilogr. On remarquera qu'il semble se produire une sorte de *jarret* brusque à partir du point 1 °/₀.

Cette loi cesse d'être exacte quand la proportion d'eau dépasse une certaine limite, laquelle est d'autant plus élevée que le sable contient une plus forte proportion de grains fins. Dans ce cas, le tassement augmente avec la quantité d'eau et peut devenir supérieur à celui du sable sec. C'est ainsi qu'un des moyens employés dans la pratique pour accélérer le tassement de remblais en sable consiste à les arroser à grande eau.

II. — COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE DES SABLES (1).

5. Les sables que l'on rencontre dans la nature — sables *naturels* — sont composés d'un ensemble de grains dont les dimensions varient dans la plupart des cas entre des limites très écartées.

6. En ce qui concerne la fabrication des mortiers, on définit le sable proprement dit comme une réunion de grains passant au tamis dont les mailles sont des carrés mesurant 4 millimètres de côté (2).

7. Dans un sable *théorique*, formé de grains sphériques ayant tous le même diamètre, le volume des vides est indépendant de la grosseur du sable; si l'on suppose un pareil sable formé de grains *incompressibles* et arrivé à son maximum de tassement (chaque sphère tangente à douze autres), il est facile de calculer (3) que le *rapport* du volume *plein* réel au volume *apparent* du sable est, quel que soit le diamètre des sphères, égal à :

$$\frac{\pi\sqrt{2}}{6},$$

ce qui correspond à environ 26 °/₀ de vides : ceci peut donc servir à mesurer le maximum d'eau que le sable contiendra éventuellement (4).

(1) Les notes qui suivent sont extraites, en grande partie, comme les précédentes, des *Annales des ponts et chaussées de France* et sont à peu près la reproduction de ce que nous enseignons dans le cours de construction de l'École d'application de l'artillerie et du génie.

(2) C'est le tamis connu sous le nom de tamis numéro 6 du commerce, dont les fils ont sensiblement 1 millimètre de diamètre : on l'appelle le tamis de quatre mailles par centimètre carré ou, plus simplement, le *tamis à quatre mailles*.

(3) *Annales des ponts et chaussées de France*, 1892, 2e semestre, p. 13. Voir, pour plus de détails, les notes de MM. Kemna et Van Aubel : *Étude scientifique du boulant à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*; Procès-Verbal de la séance du 5 mars 1901. Voir aussi : Verstraeten, 1897, *Essai de terminologie hydrologique*.

(4) Il n'est peut-être pas inutile, à ce sujet, de faire connaître comment on peut procéder pour définir le *vide* du sable. Prenons un récipient cylindrique ABCD de volume connu S (*fig.* 2); remplissons-le de sable *sec* (et il faut définir comment se fait ce

8. Si à un pareil sable *idéal* on ajoute des grains de dimensions un peu différentes, l'expérience montre, et cela s'explique aisément, que son *volume plein réel* tend, dans une certaine mesure, à augmenter en même temps que l'écart existant entre les dimensions des grains extrêmes.

9. On conçoit, d'après ce qui précède, que les *volumes des vides* des divers sables *calibrés,* que l'on emploie généralement dans les expériences, doivent être sensiblement égaux et ne présenter entre eux d'autres écarts que ceux qui peuvent résulter du plus ou moins de différence existant entre les dimensions des mailles du tamis ayant servi à préparer chacun de ces sables : d'où des conclusions fort différentes, suivant les expérimentateurs.

10. Afin de *réglementer,* en quelque sorte, les expériences, M. Feret propose de définir les sables (dans les laboratoires) par trois grosseurs de grains :

G = sable gros;
M = sable moyen;
F = sable fin.

Ces sables sont caractérisés par le tableau suivant :

Nature du sable	Passe au tamis de :	Est refusé par le tamis de :
G	4 mailles par centim. carré	36 mailles par centim. carré.
M	36 —	324 —
F	324 —	

D'où l'expression : *composition granulométrique* d'un sable (1).

remplissage afin que l'on opère toujours de la même manière), puis versons de l'eau à l'aide d'une éprouvette *graduée;* on constate que le sable *foisonne* d'abord un peu, puis qu'il se tasse et arrive à un niveau *ad*. Soient :

E le volume *total* d'eau versée; *e* le *volume* d'eau au-dessus de *ad* et jusque AD; *S* le volume primitif du sable sec (ABCD).

Cela étant, on peut dire :

1° *E* est le *vide total* du sable *sec* de volume *S;*

2° Le rapport : $V = \frac{E}{S}$ est le vide par unité de volume; c'est ce que l'on appelle le *vide du sable sec;*

3° Le *vide absolu* du sable (vide du sable tassé) peut se mesurer, par unité de volume, par le rapport : $v = \frac{E-e}{S-e}$.

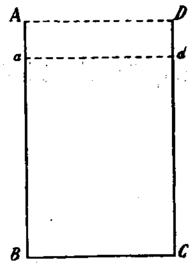


Fig. 2.

(1) Aux *toiles* des tamis, M. Feret substitue maintenant des *feuilles* minces de cuivre percées de trous circulaires de diamètres définis en millimètres :

G passe à 5^{mm}; reste sur 2^{mm};
M — 2^{mm}; — $0^{mm},50$;
F — $0^{mm},50$.

III. — REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE LA COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE D'UN SABLE.

11. Soient g, m, f les POIDS de trois sables G, M, F contenus dans l'UNITÉ DE POIDS d'un mélange sableux quelconque; on peut donc écrire :

$$g + m + f = 1.$$

Nous représenterons ce mélange par un point de l'espace, ayant pour coordonnées, par rapport à un système de trois axes rectangulaires :

$$\begin{cases} x = g, \\ y = m, \\ z = f. \end{cases}$$

De cette façon, tout sable pourra être représenté par un point de l'espace et, réciproquement, à un point de l'espace ne pourra répondre qu'un seul sable.

12. A présent, soient n sables ayant respectivement pour composition granulométrique, *sous l'unité de poids :*

$$\begin{cases} g_1, \ m_1, \ f_1 \\ g_2, \ m_2, \ f_2 \\ g_3, \ m_3, \ f_3 \\ \vdots \\ g_n, \ m_n, \ f_n, \end{cases}$$

ce qui revient à écrire, d'après nos conventions (**11**) :

$$\begin{cases} g_1 + m_1 + f_1 = 1 \\ g_2 + m_2 + f_2 = 1 \\ \vdots \\ g_n + m_n + f_n = 1. \end{cases}$$

Mélangeons ces sables en prenant des *poids* $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots\ldots \alpha_n$ de chacun d'eux. Le poids de sable G contenu dans le mélange sera évidemment :

$$\alpha_1 g_1 + \alpha_2 g_2 + \cdots \alpha_n g_n.$$

Les poids de M et F seront :

$$\alpha_1 m_1 + \alpha_2 m_2 + \cdots \alpha_n m_n$$
$$\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \cdots \alpha_n f_n .$$

Et, par suite de notre *définition* (**11**), la composition granulométrique du mélange sera :

$$g = \frac{\alpha_1 g_1 + \alpha_2 g_2 + \cdots \alpha_n g_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots \alpha_n},$$
$$m = \frac{\alpha_1 m_1 + \alpha_2 m_2 + \cdots \alpha_n m_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots \alpha_n},$$
$$f = \frac{\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \cdots \alpha_n f_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots \alpha_n};$$

ce que l'on peut écrire, en employant la notation symbolique connue Σ et en représentant les quantités g, m, f, par x_p, y_p, z_p :

$$\text{I} \left\{ \begin{aligned} g &= x_p = \frac{\Sigma \alpha_p g_p}{\Sigma \alpha_p}, \\ m &= y_p = \frac{\Sigma \alpha_p m_p}{\Sigma \alpha_p}, \\ f &= z_p = \frac{\Sigma \alpha_p f_p}{\Sigma \alpha_p}; \end{aligned} \right.$$

x_p, y_p, z_p sont les coordonnées du point représentatif du sable provenant du mélange.

On observera d'ailleurs que les formules I montrent que le point représentatif du mélange est le centre de gravité d'un système de poids appliqués aux points représentatifs des divers sables composants, poids égaux à :

$$\frac{\alpha_1}{\Sigma \alpha_p}, \quad \frac{\alpha_2}{\Sigma \alpha_p}, \cdots \frac{\alpha_n}{\Sigma \alpha_n},$$

c'est-à-dire aux poids de chacun des sables composants entrant dans l'*unité de poids* du mélange.

13. La relation

$$g + m + f = 1$$

peut s'écrire :

$$x + y + z = 1.$$

C'est l'*équation d'un plan* incliné sur les trois axes et les coupant à la distance *1* de l'origine : les points représentatifs de tous les sables se trouvent dans ce plan ; donc, comme aucune coordonnée ne peut être négative, tous les points représentatifs des sables sont à l'intérieur ou sur les côtés du triangle équilatéral GMF (*fig.* 3) ayant pour sommets les points représentatifs des sables *purs* G, M, F (1).

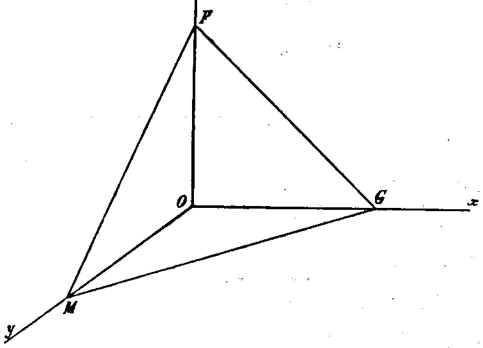


Fig. 3.

14. Prenons GMF comme plan du papier (*fig. 4*), et, dès lors, dans le triangle équilatéral GMF, dont les sommets correspondent aux *sables divisionnaires purs* G, M, F, un sable *quelconque*, de composition granulométrique *quelconque*, *g*, *m*, *f*, sera représenté par un point qui sera le centre de gravité d'un système de trois poids appliqués aux sommets du triangle GMF et respectivement égaux aux proportions *g*, *m* et *f* du mélange.

15. En résumé, un sable *quelconque* sera représenté par un point du triangle GMF et par un seul, et, réciproquement, à un point pris à l'intérieur ou sur les côtés du triangle GMF correspondra une composition granulométrique de sable et une seule.

16. M. Feret ramène tous ses sables à soixante-six types, dont la représentation est obtenue en subdivisant chaque côté du triangle GMF

(1) M. le lieutenant du génie Michelet, répétiteur à l'École militaire, nous a fait observer que l'on pourrait représenter un sable par un point, en employant *deux* axes de coordonnées rectangulaires seulement, car on a :

$$x + y + z = 1;$$

donc la coordonnée z, par exemple, est connue dès que l'on se donne x et y. Par conséquent, on pourrait considérer tous les sables comme ayant leurs points représentatifs à l'intérieur ou sur les côtés du triangle rectangle isocèle OAB, comme on s'en assure facilement, la valeur z (f) étant comptée entre le point et l'hypoténuse AB (*fig.* 5). Ainsi soit un point C (*) pour lequel $x = 0{,}3$; $y = 0{,}4$. Il en résultera : $z = \mathrm{CD} = \mathrm{CE} = 0{,}3$. Il va de soi que $\mathrm{OA} = \mathrm{OB} = 1$.

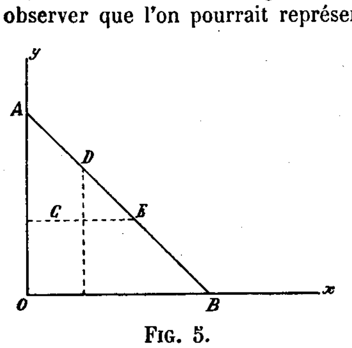


Fig. 5.

(*) La lettre *C* aurait dû être placée, dans la figure 5, à l'intersection des deux droites *CD* et *CE*.

en dix parties égales, comme le montre la *figure 4*, et il part de là pour chercher un grand nombre de propriétés des mortiers (1). Nous donnerons une idée de la manière dont il procède par la citation suivante :

« Supposons qu'il s'agisse de rechercher comment varie, suivant la

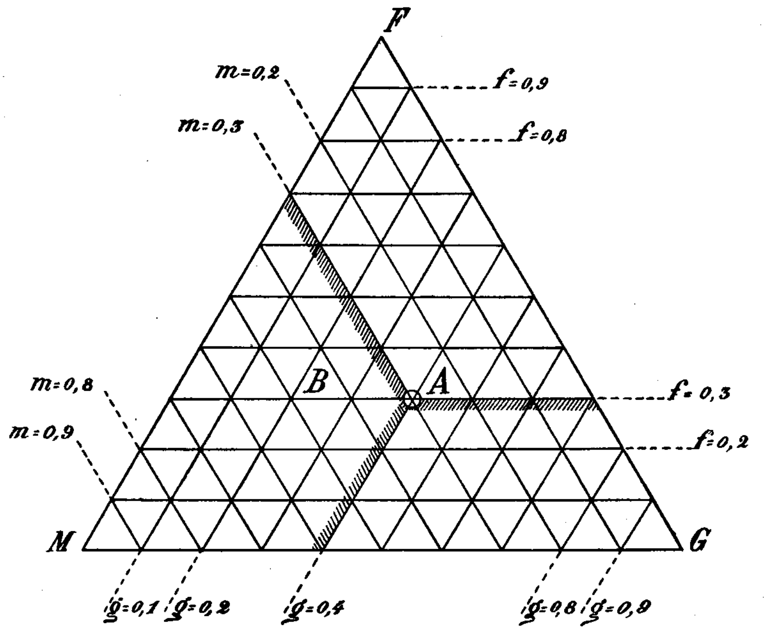


FIG. 4. — Mode de représentation graphique des sables, d'après M. Feret (2).

(1) On voit que le point A, par exemple, répond à la *composition granulométrique :*

$$g = 0{,}4$$
$$m = 0{,}3$$
$$f = 0{,}3.$$

D'où :

$$g + m + f = 1.$$

Pour un point quelconque B, il suffit *d'interpoler* (*fig. 4*).

La droite MF est *le lieu géométrique* des sables ne contenant pas de grains G; une droite parallèle à MF et coupant MG au dixième de sa longueur comptée à *partir* de M sera le lieu des sables contenant un dixième de leur poids de sable G; telle est la droite :

$$g = 0{,}1.$$

Pour se rappeler comment il faut procéder, nous dirons :

G (ou g) sur les parallèles à MF;
M (ou m) sur les parallèles à FG;
F (ou f) sur les parallèles à GM.

(2) Le *point*, représentatif d'une composition granulométrique donnée, qui devait accompagner la lettre *B*, n'est pas sorti, dans le cliché, à côté de celle-ci.

composition granulométrique du sable, UNE *propriété quelconque* de mortiers dont toutes les autres conditions de fabrication sont identiques...

« Nous déterminerons directement cette propriété (1) pour un certain nombre de mélanges GMF distincts, par exemple pour les soixante-six types qui viennent d'être définis; puis inscrivant les nombres obtenus à côté des points représentatifs des sables correspondants, nous les considérerons comme les cotes de points de l'espace reliés entre eux par une surface continue, dont la forme caractérisera la loi cherchée.

» Grâce à cette introduction de l'idée de *continuité* dans les résultats obtenus, nous pourrons induire, d'un nombre *fini* d'essais, les propriétés du nombre *infini* des compositions granulométriques possibles, quitte à multiplier un peu plus les expériences pour la région où la surface subit des variations intéressantes et à en restreindre au contraire le nombre dans les parties du triangle où nous aurons reconnu que l'allure de la surface varie d'une manière lente et régulière.

» Cette même continuité nous permettra en même temps de corriger les erreurs commises dans les expériences relatives à chaque sable au moyen des résultats obtenus pour les sables voisins, en un mot de déterminer une *surface topographique régulière* passant le plus près possible des divers points de l'espace résultant directement des expériences.

» Nous représenterons alors cette surface par la projection orthogonale sur le plan du triangle des lignes de niveau obtenues en la coupant par une série de plans horizontaux équidistants, lignes dont chacune sera en projection le lieu des points représentatifs de tous les sables jouissant à un même degré de la propriété étudiée. »

17. Afin de ne rien laisser dans l'ombre et pour épuiser le sujet spécial qui nous occupe, nous terminerons cet aperçu par quelques extraits de la note présentée par M. Feret sur les *Essais des sables* (2) à la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction :

a) On ne possède actuellement que très peu de données sur le rôle joué par les différentes espèces minéralogiques dans les mortiers. Tout au plus, pour certains mortiers à sable granitique, a-t-on cru, dans

(1) M. Feret prend comme exemple (dans cette citation) les variations du volume total des mortiers qu'on obtient en gâchant à bonne *consistance plastique* des mélanges de 500 kilogrammes d'un *même* ciment et de 1 mètre cube de sables de même nature, mais de compositions granulométriques *variables*.

(2) Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction (France).

quelques cas spéciaux, pouvoir attribuer à la décomposition du sable en ses éléments la mauvaise tenue des ouvrages;

b) On évite avec raison l'emploi de sables vaseux dont les grains sont recouverts d'une pellicule argileuse qui doit nuire à l'adhérence;

c) Les sables *calcaires* donnent des mortiers *plus* résistants que les autres;

d) Il serait utile qu'on indiquât aussi exactement que possible la nature minéralogique des sables employés sur les chantiers.

18. Le présent exposé ne serait pas complet (1), nous semble-t-il, si nous ne signalions, pour finir, une étude faite par M. le professeur Gosselet (2) sur la *structure minéralogique* des ciments :

« Les pierres à ciment *cuites* ne sont pas, comme on le croit souvent, des roches vitrifiées ou à demi vitrifiées. Elles sont complètement cristallisées.

» Elles sont composées de trois minéraux, que M. Torneböhm a reconnus et nommés, bien que leur composition chimique ne soit pas encor connue : l'*alite*, minéral transparent, incolore, anisotrope, mais très peu dichroïque ; il est à l'état de grains cristallins juxtaposés et c'est lui qui constitue la pâte de la pierre;

» La *bélite*, minéral jaune, translucide, également anisotrope, très dichroïque; il prend, sous les *nicols* croisés, une belle couleur jaune d'or. La *bélite* se montre souvent sous forme de petits globules ovoïdes dont la surface est striée. Les globules de la *bélite* sont généralement groupés en amas autour des cavités du ciment ou autour des ramifications du minéral suivant;

» La *célite*, corps opaque noir, se présentant en forme de grains très irréguliers et de rameaux très irréguliers (3). »

(1) Parce que nous poursuivons depuis longtemps la *Défense* — qu'on nous pardonne le terme — de la Géologie dans ses *applications directes* à l'art de l'ingénieur et qu'il est remarquable de voir un géologue de renom s'occuper ainsi d'une question de *construction*.

(2) *Annales de la Société géologique du Nord*, t. XXIX, juillet 1900.

(3) M. Gosselet étudie sommairement le ciment proprement dit, les *incuits* et les *surcuits* (ou *biscuits*), et fait remarquer l'importance de l'*étude microscopique* des ciments. (Excursion de la *Société géologique du Nord* à Arques et à Lumbres, le 27 mai 1900.)

M. **Kemna** fait la communication suivante sur **les sables boulants de Brüx, en Bohême** (1).

Dans la soirée du 19 juillet 1895, vers 10 heures, il se produisit des mouvements du sol à Brüx, en Bohême; comme on perçut en même temps un bruissement rappelant celui d'une eau courante, on crut d'abord à une rupture de la canalisation. Mais bientôt il se produisit des effondrements entraînant des maisons, et l'étendue de la zone affectée (6 hectares), qui allait de l'est à l'ouest de la ville, montra qu'il s'agissait d'une cause bien plus puissante.

Environ une demi-heure auparavant, une mine de lignite, située à l'ouest de la ville, avait été brusquement envahie par une masse d'eau chargée de sable, masse évaluée à 90,000 mètres cubes.

Il était naturel d'établir une relation de cause à effet entre les deux événements, et la Géologie est venue confirmer cette hypothèse. Les couches de lignite et d'argile de la région de Brüx renferment fréquemment des poches de sable fortement aquifère, dont le caractère boulant avait très souvent beaucoup gêné l'exploitation des mines. Les ingénieurs du Gouvernement, chargés du contrôle des travaux, imposaient des précautions spéciales. Une poche de sable de cette nature doit s'être trouvée justement sous la partie bâtie de la ville, s'est dégorgée dans la mine, et le plafond de la poche s'est effondré à mesure que la poche se vidait; ceci explique comment les affaissements se sont produits d'abord dans la partie est de la ville et ont marché de l'est vers l'ouest.

Commencés à 10 heures du soir, les mouvements s'arrêtaient à 6 heures du matin. A ce moment, le niveau de l'eau dans la mine inondée était stationnaire ou même commençait à baisser quelque peu; six jours plus tard, le sable envahisseur était sec et solide, ayant perdu son eau par drainage. On en conclut que la mine était remplie de ce sable formant bouchon, empêchant tout départ ultérieur de la poche, et que, par conséquent, tout danger avait disparu.

(1) BIBLIOGRAPHIE : Dr Franz E. Suess, Studien über unterirdische Wasserbewegung; die Schwimmsandeinbrüche von Brüx (*Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt*. Wien. 1898, Bd XLVIII).

L. de Launay, Les mouvements des eaux souterraines dans la région de Teplitz et de Brüx, en Bohême (*Annales des Mines*. Paris, 1899, t. XVI. août). Résumé et traduction du travail précédent.

Dr Gustav C. Laube, Der Schwimmsandeinbruch von Brüx (*Sitzungsberichte des deutschen naturw.-medicin. Vereins für Böhmen « Lotos »*, 1896, no 1).

Franz Toula, Ueber die Katastrophe von Brüx (*Zeitschr. Verein z. Verbreit. naturw. Kenntn.* Wien, 1896, Bd XXXVI, 1).

Les événements ont semblé donner raison à ces pronostics favorables. Pendant plus d'un an, tout resta calme. Mais dans la nuit du 6 au 7 août 1896, il y eut de nouveaux mouvements destructifs de propriétés. Cette fois, les affaissements n'étaient pas accompagnés d'un changement quelconque dans l'état de la mine; on ne constata ni irruption de sable ni augmentation de débit de l'eau, qui était drainée par les barrages construits pour couper les galeries. On interpréta ces faits comme suit : certaines parties de la poche primitive étaient restées remplies d'eau, ce qui aurait suffi pour empêcher ses voûtes de s'effondrer; pour une cause quelconque, non déterminée, cette eau a été évacuée, probablement dans des portions non complètement remplies des galeries de mine isolées par les barrages.

En tout état de cause, ce nouvel accident démontrait plusieurs choses extrêmement désagréables. En premier lieu, il est certain que la poche de sable boulant, si malencontreusement située sous la ville, ne s'était pas entièrement vidée lors des premiers affaissements de juillet 1895. En second lieu, les galeries et les chambres spacieuses de la mine n'étaient pas entièrement comblées par cette première irruption, soit par remplissage avec du sable, soit par effondrement. On s'était donc trompé en considérant les couches comme revenues à un état d'équilibre stable, et l'on devait même se demander si, après la deuxième alerte, un tel état se trouvait maintenant réalisé. Dans la négative, toute cause perturbatrice pouvait de nouveau amener le déversement du contenu de la poche dans les espaces vides des galeries, avec, comme conséquence, de nouveaux effondrements.

En juillet 1895, les mesures de précaution s'étaient bornées à assurer l'obturation des galeries de la mine. L'interprétation des faits particuliers de l'accident d'août 1896 imposait le remplissage artificiel des espaces vides dont on admettait l'existence, c'est-à-dire la suppression des débouchés où le sable boulant servant de support à la ville aurait pu se déverser. On explora par conséquent, au moyen de sondages, la région traversée par les galeries et l'on constata, en effet, l'existence de plusieurs cavités encore vides, qu'on résolut de combler en y introduisant de l'argile.

Ce remplissage ne pouvait pratiquement pas se faire par la sonde ordinaire, trop étroite. On décida de la remplacer par un tubage de plus grand diamètre. Mais en retirant le premier tube, on entendit, à un moment donné, le bruissement de l'eau; le bruit cessa pendant quelques instants, mais pour reprendre ensuite avec une intensité rapidement croissante. Le chef sondeur voulut renfoncer le tube, mais

ne put le remettre à profondeur. Ceci se passait à 6 heures du soir, le 9 septembre 1896; à 1 heure du matin, des effondrements importants se produisaient dans la partie ouest de la ville. Le détubage du trou de sonde avait établi une communication entre la poche de sable boulant et la cavité qu'on voulait combler. Un accident analogue, le 6 décembre suivant, entraîna aussi quelques effondrements, heureusement en dehors de la région bâtie.

Le côté géologique de la question devant être traité ultérieurement par M. Simoens, il ne sera parlé ici que de ce qui a trait au caractère boulant des sables.

Nous trouvons une définition à la page 484 (tiré à part, p. 60) du travail de Suess : Sable fin, principalement quartzeux, généralement d'âge géologique récent, imprégné d'eau, en masses lenticulaires comprises entre des couches imperméables. Gustave Laube dit à peu près la même chose : Un sable quartzeux très pur, de grain extraordinairement fin, blanc ou grisâtre, est tellement imprégné d'eau que les grains semblent en suspension dans le liquide. Il forme une masse blanche, pâteuse et molle; de par sa consistance, il faut l'extraire des sondages à la cuiller. La substance extraite s'épand aussitôt comme du plâtre, et l'analogie se poursuit par le fait qu'il y a durcissement rapide dès que l'eau s'est échappée. Il est évident qu'une masse boulante ne peut se concevoir que là où le sable fin est complètement imbibé d'eau, sans qu'il y ait possibilité de drainage (p. 4).

Il ressort à première vue que ces définitions ne visent pas à la généralité; elles ne s'occupent que du cas particulier de Brüx. Mais par cette limitation même, elles serrent les faits de plus près.

Elles font intervenir l'élément géologique. Les sables de Brüx sont d'âge miocène. Leur âge relativement récent est un cas particulier de la règle générale, d'après laquelle les couches meubles des terrains plus anciens ont été transformées en roches plus cohérentes. Quant aux rapports stratigraphiques, il est utile de faire ressortir, dans une définition complète, la nécessité de l'intercalation de ces masses de sable entre des couches imperméables, qui à la fois permet l'accumulation des eaux et s'oppose au départ par drainage de l'élément liquide.

Les deux définitions insistent sur la finesse du grain. Des échantillons prélevés dans la mine après l'irruption du 19 juillet 1895, ont plus de 90 % (en poids?) de $0^{mm},13$ à $0^{mm},25$, avec du poussier de moins de $0^{mm},09$. A en juger par ces chiffres, il y a peut-être quelque exagération à qualifier ce sable de « extraordinairement fin ».

Quand on consulte le tableau donné par Allen Hazen (1) des sables généralement usités dans les travaux de filtrage, on trouve, comme dimension ordinaire du grain, $0^{mm},34$, et, en Hollande, où l'on emploie souvent le sable des dunes, le chiffre s'abaisse à $0^{mm},17$ à Amsterdam. Il y a lieu en outre de prendre en considération, comme le fait remarquer M. Suess (p. 489), que l'échantillon recueilli dans le puits de la mine, à la partie supérieure de la masse de sable, seule accessible, ne représente probablement pas un échantillon moyen; dans le transport depuis la poche jusqu'au puits, à travers plusieurs centaines de mètres de galeries, il y a eu une lévigation qui a séparé les éléments de diverses grosseurs, portant au plus loin les plus légers. Toutefois, dans ses remarques finales, Suess dit (p. 515) que le sable renfermait beaucoup de grains plus gros, et déjà, dans le texte même de son travail, il avait dit que le sable boulant n'a d'ordinaire pas un grain aussi fin.

Quant à la forme des grains, nous trouvons un unique renseignement à la page 479 : les grains de quartz sont assez arrondis, « *ziemlich abgerundet* ».

On a déterminé la porosité des échantillons recueillis et constaté qu'ils absorbaient de 31 à 33 % d'eau en volume.

Un dernier point est la composition chimique ou plutôt minéralogique; il n'y a pas de doute qu'à Brüx on a eu affaire à du sable, sans mélange d'argile; Suess dit que la masse se composait « principalement de quartz »; Laube, lui, applique la dénomination de « sable quartzeux très pur »; les ingénieurs Höfer et Uhlig, les mêmes qui ont fait les mensurations, ne parlent en outre que de rares particules de feldspath et de lamelles de muscovite (mica).

Nous avons donc des renseignements sur la composition chimique, la porosité, la forme du grain, ses dimensions et la situation stratigraphique de la masse. Voyons comment tous ces éléments s'accordent avec la théorie du boulant de Allen Hazen, que nous avons exposée dans la séance du 5 mars 1901.

Allen Hazen soutenait, contre l'opinion générale des ingénieurs, que l'argile ne jouait aucun rôle dans la production du boulant; le sable de Brüx est très pur au point de vue chimique; on se rappellera que la question de dimension des grains était écartée de sa diagnose : nous avons ici un sable qui est encore fin, mais avec des grains plus gros et qui est, d'après Suess, plus ténu que le boulant ne l'est d'ordinaire. La sphéricité du grain concorde avec les notions ordinaires des ingé-

1) ALLEN HAZEN, *The Filtrations of public Water-Supplies*, 1900, pp. 26 et 29.

nieurs; mais personne n'oserait soutenir que c'est là une condition essentielle et que, par exemple, les phénomènes eussent été modifiés et le désastre de Brüx atténué avec un grain anguleux. Quant à « l'imbibition complète », le « mélange avec une abondance d'eau », ces expressions sont l'équivalent exact de la sursaturation de Allen Hazen.

Et cependant, la théorie esquissée par M. Suess, loin de s'accorder avec la théorie de Hazen, en est presque le contre-pied. La différence gît dans la façon de concevoir le rôle de l'eau; pour Hazen, elle agit en écartant les grains et puis par action mécanique d'entraînement; pour Suess, elle agirait comme lubrifiant entre les grains et empêcherait ainsi toute cohésion en masse.

Le point de départ de son raisonnement est que le sable sec, même quand il provient d'une masse boulante, mais débarrassée de toute son eau par drainage, constitue une structure stable; il cite comme preuve le fait bien connu que, dans les travaux à ciel ouvert, où il se produit un drainage naturel, ces sables peuvent se travailler en parois presque verticales, sans aucun danger. Cette stabilité est attribuée « à la grande friction entre les grains individuels » (p. 514); « les grains secs, concrétionnés par leur propre poids (durch ihr eigenes Gewicht zusammengebacken), peuvent rester debout en parois presque verticales » (p. 485). Au contraire, un amas de sphères, qui ne montrent pas de frottement aux surfaces, se comportera comme un liquide. Il en est ainsi dans les sables boulants à la suite de l'imbibition par l'eau; grâce à la capillarité, cette eau doit s'insinuer dans les moindres interstices et même s'étaler en lames minces entre les espaces de séparation des grains, et alors le sable se comporte comme un liquide (p. 515). L'auteur cite comme exemple l'expérience de physique élémentaire avec les plans de Magdebourg, deux plaques de verre poli que l'on applique l'une contre l'autre et qui adhèrent fortement; or, « il suffit d'une couche d'eau d'une minceur capillaire pour supprimer tout frottement entre ces deux plaques ».

Nous avons ici un ensemble de vues, logiquement coordonnées, englobant des faits pratiques, appuyées sur des notions de physique; bref, une théorie constituée. Mais cela ne veut pas nécessairement dire qu'elle soit l'expression de la vérité et doive être acceptée comme telle; avant d'aller jusque-là, nous avons le droit de l'examiner d'un peu plus près et de voir comment elle se comporte à la critique.

Il y a d'abord de sérieuses réserves à faire sur la notion de physique appelée à donner une consécration scientifique à la théorie. L'expérience avec les plans de Magdebourg a été très diversement interprétée.

On a balancé longtemps pour y voir un effet de l'adhérence par attraction moléculaire ou un effet de la pression atmosphérique. Déjà au siècle dernier, la question semblait avoir été tranchée par Boyle; ayant vu l'adhérence continuer même dans le vide de la machine pneumatique, il conclut que la pression atmosphérique n'intervenait pas.

Mais les expériences de Stefan (1874) ont montré qu'une force, même très faible, finit par amener la séparation, pourvu qu'elle agisse assez longtemps; cette traction amènerait un léger écartement des plaques et une raréfaction de la couche d'air interposée; l'air ne s'insinue que très lentement, et ce n'est que lorsque la pression est revenue à sa grandeur normale qu'un nouvel écartement est possible. Aussitôt que l'écartement est suffisant pour permettre la rentrée rapide de l'air, les plaques se séparent. Stefan a constaté que, dans le vide, la séparation se fait beaucoup plus rapidement.

Du reste, quelle que soit l'explication admise, l'assimilation des grains de sable avec les deux plans de verre prête à objection. Les surfaces des grains ne sont ni assez polies, ni assez propres, ni assez grandes pour que le phénomène puisse se manifester. Les expressions de Suess, « frottement énergique, grains concrétionnés par leur propre poids », sont purement verbales, et tout au moins la réalité des faits concrets qu'elles affirment ou présupposent est loin d'être démontrée.

Il y a également à préciser ce qu'il faut entendre par la sécheresse du sable. Est-ce dans le sens vulgaire et approximatif, comme sable ne donnant plus d'eau, ne perdant rien par l'égouttage; ou faut-il comprendre le mot dans son sens précis et chimique? Mais ces deux états de sécheresse sont choses très différentes; il peut y avoir 20 °/₀ d'eau en poids dans un sable qu'on qualifiera de sec; et cette eau, retenue par capillarité, va constituer entre les grains ces lames lubrifiantes qui devraient transformer le sable en une masse fluide. D'un autre côté, un géologue, qui traite spécialement de l'eau dans les couches du sol, ne va certainement pas croire que des couches meubles et poreuses, mêmes drainées à leur base, puissent être absolument sèches et dépourvues même de leur eau de rétention capillaire. Mais alors la comparaison avec les plans de Magdebourg est mal établie, car ce n'est pas aux plaques sèches, mais aux plaques mouillées qu'il faut assimiler les grains de sable; et alors toute la comparaison s'effondre.

Les phénomènes de capillarité ne sont invoqués par M. Suess que pour expliquer la pénétration de l'eau dans les interstices et la formation de lames minces entre les points de contact des grains; il a passé sous silence l'effet mécanique de la tension superficielle des lames

liquides, qui fixent les grains les uns aux autres comme avec des brides ou des membranes de caoutchouc et donnent de la solidité à tout l'ensemble. Dans la séance du 5 mars 1901, nous avons insisté sur ce paradoxe apparent que l'addition d'eau à une masse de sable sec, sans cohérence, a pour effet de le solidifier. C'est du reste ce que savent et pratiquent les bonnes d'enfants et les enfants eux-mêmes, quand ils jouent avec du sable mouillé pour faire des pâtés.

De tout quoi il résulte que l'explication donnée par M. Suess des sables boulants ne semble pas très plausible dans ce qu'elle contient de nouveau. La fixité du sable sec par adhérence moléculaire des grains entre eux, la mobilité du sable boulant parce que les lames liquides interposées ont rompu ou n'ont pas permis cette adhérence, ces deux notions inverses mais connexes sont peu probables. Mais le rôle d'entrainement mécanique de l'eau est pleinement reconnu, et l'auteur discute, pour la rejeter, l'opinion que le caractère boulant puisse être indépendant de la question d'hydrologie. On se ferait une idée fort inexacte du travail de M. Suess en le jugeant uniquement d'après ce qui en est dit ici; le but de cette note n'était pas de donner un compte rendu, mais d'utiliser les observations du géologue viennois (fils de l'auteur du livre célèbre : *La Face de la Terre*) comme une contribution à l'étude du boulant pour arriver à une théorie rationnelle. Tout ce qui était conforme à la théorie sans être nouveau et ne constituant qu'une confirmation, pouvait être passé sous silence ou simplement mentionné, sans insister; mais la discussion devait porter spécialement sur les points qui s'écartaient des idées déjà admises au cours de l'enquête à laquelle procède notre Société. Le travail de M. Suess a donc forcément été soumis à une espèce de sélection à rebours, et précisément sur une question pour lui quelque peu accessoire, puisqu'il a été fait abstraction ici de toute la partie géologique.

Note ajoutée pendant l'impression.

Les phénomènes d'attraction moléculaire des liquides et les phénomènes de capillarité ont été, en Belgique, l'objet d'études approfondies. Il suffit de citer le nom de Jos. Plateau. Le gendre de l'illustre physicien, M. G. *Van der Mensbrugghe*, a continué ces recherches, et nul mieux que lui n'est à même de résoudre les divers problèmes se rapportant à la tension superficielle des liquides.

Or, la question des sables boulants soulève plusieurs de ces problèmes. En voici quelques-uns : Quelles sont les quantités d'eau pouvant être retenues par capillarité

par des sables de diverses dimensions de grain? Au-dessous d'une certaine dimension de grain, toute l'eau est retenue par capillarité, et il ne peut y avoir d'écoulement que sous l'action d'une pression: au-dessus de cette même dimension une couche saturée peut abandonner par simple gravitation une partie de son eau; il y aurait peut-être intérêt pratique à déterminer cette dimension de rétention optimum. — Calculer l'intensité de la tension superficielle d'une lame liquide réunissant deux grains de sable, en faisant varier dans certaines limites les dimensions des grains et la quantité d'eau.

Je me suis permis de signaler à M. Van der Mensbrugghe l'étude entreprise par notre Société et de lui demander sa collaboration. Le savant professeur de l'Université de Gand m'a répondu qu'il avait justement préparé, pour la séance de juin de l'Académie royale de Belgique, une note sur *l'imbibition des sables par l'eau*. « Je signale notamment un fait connu, mais demeuré sans explication précise : c'est la diminution de volume du sable quand il est imbibé d'une quantité d'eau convenable. Je montre ensuite, par des expériences bien simples, la grande cohésion du sable convenablement mouillé; cela est conforme à ce que vous avez affirmé vous-même à cet égard; seulement, j'explique le phénomène autrement que vous : j'invoque les propriétés d'une couche mouillante qui est plus dense que la masse liquide intérieure. — Les diverses questions que vous me posez dans votre lettre dépendent toutes d'un facteur que nous ne connaissons pas, savoir la loi des attractions moléculaires, soit entre particules de même espèce, soit entre molécules d'espèces différentes. — Ma note paraît venir à son heure et je souhaite qu'elle puisse être de quelque utilité pour les membres de la Société de Géologie. »

M. *Van den Broeck* attire l'attention de l'Assemblée sur l'expression « boulant sec » employée par certains auteurs. Il croit que c'est à tort qu'un sable sec est appelé « boulant »; le boulant ne saurait être sec, puisque c'est le mouvement de l'eau qui lui donne ses propriétés; c'est plutôt « sable coulant » qu'il faudrait dire. Le sable *coulant* est, en effet, un sable mobile et très sec, qui a simplement la propriété de s'écouler très facilement et de passer entre les fins interstices. A la différence du sable boulant, il ne peut suivre des voies ascendantes.

Il y a donc là un terme à définir, et ce point sera, il l'espère, bientôt résolu par notre collègue, M. *Bleicher*, qui s'occupe, en ce moment, de l'étude au microscope des quelques échantillons de sables qui lui ont été envoyés et parmi lesquels se trouve un beau type de sable sec « coulant » soumis à l'examen par M. Choffat.

M. *Gobert* rappelle, à ce sujet, l'expérience décrite dans le livre de M. *Froidure* et qui consiste à mêler un peu d'eau à du sable sec pour en faire une sphère, laquelle est ensuite déposée sur une assiette; la dite sphère s'y maintient avec tout son relief intact, mais l'addition nouvelle d'une petite quantité d'eau provoque immédiatement la formation de l'état boulant.

M. *Kemna,* de son côté, relate des phénomènes analogues à celui de Brüx, exposés également par M. *Suess* dans son travail, qui se seraient produits à une époque géologique ancienne, c'est-à-dire à l'époque tertiaire.

Établissant un parallèle entre les données fournies par M. *Suess* et les constatations faites dans certaines couches de la Californie septentrionale, où l'on a trouvé des filons remplis de sable cimenté par du calcaire qui avait cristallisé, et constaté, par la structure géologique de la région, que ces sables provenaient par injection d'une profondeur de 3,000 pieds et avaient dû remplir, à l'état fluide et boulant, les fentes où on les retrouve aujourd'hui durcis. Cela rappelle les vues de *d'Omalius* sur les sables geyseriens ou éruptifs.

M. *Simoens* croit prudent de disjoindre la question des sables dits « éruptifs » de celle des sables boulants, même fossiles. Que certains dépôts arrivés au jour naguère à l'état de fluidité et d'émulsion, qui pouvaient en faire de véritables sables boulants, aient été des sables éruptifs, cela peut s'admettre; mais il faut se souvenir que les idées de l'ancienne école géologique sont aujourd'hui singulièrement abandonnées, et pour cause, en ce qui concerne la grande majorité des dépôts dits « éruptifs ». Ce n'est pas seulement *d'Omalius,* mais c'est encore *André Dumont* qui a considéré comme dépôts éruptifs ou geyseriens des formations sédimentaires marines et autres, vis-à-vis desquels une telle thèse n'a rien de sérieusement soutenable. C'est ainsi que les sables et cailloux des poches à sédiments meubles, remplissant certaines cavités des calcaires de la haute Belgique, les sables pliocènes fossilifères du Diestien, le limon hesbayen, l'argile fossilifère des polders ont été tour à tour considérés comme des dépôts éruptifs et geyseriens.

M. le *baron van Ertborn* fait observer incidemment que l'angle que forme le sable moyen quartzeux pur quand on le laisse couler, angle de plus de 51°, est donc très voisin de celui de 51°45 présenté par les arêtes de la pyramide de Cheops, n° 1, en Égypte.

Serait-ce ce phénomène naturel qui aurait guidé les constructeurs de pyramides, édifices humains qui sont le symbole d'un maximum de stabilité en matière de construction.

La parole est donnée ensuite à M. Simoens pour faire la communication ci-contre.

SUR LES RELATIONS

EXISTANT AU POINT DE VUE DES

PHÉNOMÈNES DYNAMIQUES DUS AUX SABLES BOULANTS

ENTRE LE SOUS-SOL DE BRÜX EN BOHÊME
ET CELUI DE LA VILLE DE BRUXELLES

PAR

G. SIMOENS.
Docteur en sciences minérales,
Chef de section (ff) au Service géologique de Belgique.

Parmi les nombreuses manifestations dynamiques dues à l'action des sables aquifères, il y a lieu de signaler celles qui dans ces dernières années ont eu pour théâtre la ville de Brüx, située sur la Biela, tributaire de l'Elbe, au nord de la Bohême. Les désastres occasionnés par la présence, dans le sous-sol de cette dernière ville, de sables aquifères provoquant l'effondrement d'une grande partie de la localité ont été si considérables qu'ils ont attiré l'attention de savants géologues autrichiens et même étrangers (1). Aussi, grâce à eux, sommes-nous en possession de nombreux renseignements géologiques sur cette région si éprouvée. La Biela passe par Brüx en se dirigeant du nord-ouest au sud-est, puis, un peu au sud de la ville, la rivière présente un coude et continue à couler du sud-ouest vers le nord-est.

Le sous-sol de la région est constitué par des assises tertiaires.

Dans son travail, paru dans les *Annales des Mines*, M. De Launay (2) a donné une description de ce terrain tertiaire bohémien. On le divise en trois étages : 1° l'étage prébasaltique grésiforme, surmonté de schistes

(1) F.-E. SUESS, *Studien über unterirdische Wasserbewegung* (JAHRBUCH DER K. K. GEOLOG. REICHSANSTALT, Bd XLVIII). Wien, 1898.

F. TOULA, *Uber die Katastrophe von Brüx* (VORTRÄGE DES VEREINES ZUR VERBREITUNG NATURW. KENNTNISSE IN WIEN), 1896.

(2) L. DE LAUNAY, *Les mouvements des eaux souterraines dans la région de Teplitz et de Brüx en Bohême* (ANNALES DES MINES, t. XVI). Paris, 1899.

avec lits de lignite; 2° l'étage moyen avec tufs basaltiques; 3° l'étage postbasaltique formé de schistes et d'argiles renfermant des lignites exploités dans la région et contenant les sables aquifères. On exploite, nous dit M. De Launay, dans ces assises et aux environs de Brüx, une couche de lignite de 10 à 30 mètres de puissance, et qui affleure non loin de la ville. Cet étage appartient au Miocène. C'est précisément au toit de la couche ligniteuse que se trouvent les sables aquifères, qui présentent une stratification oblique fluviatile; ces derniers forment des lentilles alternant avec des masses argileuses. Ces sables, fortement aquifères et boulants à certains endroits, ne présentent pas partout ce caractère; au contraire, en certains points, ils sont secs et très résistants au point que de très nombreux sondages, pratiqués dans leur masse, n'ont pas laissé supposer la présence de l'élément dévastateur.

Ce fait ne doit pas nous étonner, étant donnée la disposition de l'ensemble de ces roches, présentant des alternances continuelles de sables et d'argiles, phénomène assez semblable à celui dont nous constatons la présence dans notre Ypresien supérieur. Les couches du sous-sol de Brüx sont inclinées d'environ 8° vers le nord-ouest, de telle manière que la vallée de la Biela doit recouper successivement les différentes assises tertiaires et par conséquent aussi les sables aquifères. En outre, le sous-sol de la région de Brüx présente une série de *failles* qui méritent d'attirer notre attention.

Ces failles sont de deux sortes, les premières sont dues à des dislocations ayant une origine profonde; les secondes sont localisées à la partie supérieure des dépôts miocènes, c'est-à-dire dans les sables aquifères. M. De Launay nous dit, en effet, que ces sables présentent « une série de failles de tassement qui n'atteignent pas les terrains sous-jacents ». Les cassures du sous-sol des environs de Brüx sont disposées pour la plupart en arcs de cercles, et l'une d'elles semble atteindre la rivière et la couper presque normalement à la direction de celle-ci. Cette faille a joué un grand rôle lors de la catastrophe qui a ravagé la ville de Brüx. En effet, la grande lentille de sable aquifère vient se limiter brusquement contre cet accident géologique, et les sondages les plus rapprochés de la ville ayant été exécutés à l'ouest de cette faille, « on en avait conclu, avec une logique apparente, qu'il n'y avait pas de sables aquifères sous Brüx » (1). Il n'existe de l'autre côté de la faille que de minces lentilles de sable boulant qui, n'atteignant tout au plus qu'une épaisseur de 20 centimètres, n'ont cependant pas

(1) De Launay, *loc. cit.*

été étrangères à la production du désastre. Nous avons vu que la couche ligniteuse et les sables aquifères qui la surmontent plongent sous la ville vers le nord-ouest et affleurent à l'est de Brüx; nous avons fait remarquer que la rivière suit à peu près cette direction, et que dès lors celle-ci doit recouper les couches ligniteuses et par conséquent les sables aquifères sus-jacents. Le sondage 20, exécuté près du fleuve, indique au niveau du sol la cote 210.43. Or, en ce point se trouve prolongée la cote 206 indiquant le toit du sable aquifère. Il n'est pas douteux que le thalweg de la rivière, qui se trouve en contre-bas de ce point de sondage, n'atteigne au moins la cote 206, d'autant plus que le niveau des sables boulants s'élève rapidement vers la direction de l'est. Faisons encore remarquer qu'avant la catastrophe, le niveau piézométrique de la nappe aquifère, dans les puits de la région, indiquait une légère pente vers le fleuve. Après la catastrophe, au contraire, les eaux ayant pris le chemin des galeries souterraines situées à l'ouest, le niveau des eaux présentait une pente vers cette région de la ville. Il devient donc évident que les failles de tassement, dont la présence a été constatée dans les sables miocènes aquifères, sont dues à l'écoulement, vers la vallée, de ces roches imprégnées d'eau.

« Ces sables sont, en effet, dit M. De Launay, par suite de l'eau qui les imprègne, dans un état de mobilité, de fluidité extrême; la moindre issue qu'on vient à leur offrir amène leur départ presque subit, d'où la formation de cavités, qui s'affaisent et entraînent à la surface des effondrements. »

Les failles de tassement se sont produites très lentement pendant le cours des temps géologiques, par suite d'un écoulement continu; mais ces mouvements dynamiques, bien que dus à l'écoulement des sables, se distinguent des effondrements récents par ce fait : que les premiers sont le résultat de phénomènes très lents, et dont l'action se répartit uniformément sur d'assez grandes étendues, tandis que les seconds ont pour origine une rupture brusque d'équilibre et ne peuvent donner lieu qu'à des phénomènes dynamiques locaux, mais très accentués. Ces derniers se sont malheureusement produits à Brüx, à différentes reprises : en juillet 1895, en août, septembre et décembre 1896 et en décembre 1897.

Ces effondrements, qui ont ravagé la ville, se sont produits à la suite de travaux miniers exécutés en vue de l'exploitation des lignites que surmontent les sables aquifères.

Rappelons maintenant la constitution du sous-sol de la ville de Bruxelles et voyons s'il n'existe pas certaines analogies entre les faits

constatés dans ces deux localités. Les étages de l'Éocène des environs de Bruxelles plongent d'une manière générale vers le nord; cette inclinaison des couches est cependant peu prononcée et peut être négligée en l'occurrence. La Senne charrie ses alluvions dans l'argile ypresienne *Yc*, et en quittant la rivière, on ne tarde pas à rencontrer, sous les terrains quaternaires, les affleurements en sous-sol du terme de l'Ypresien supérieur *Yd*. Cette assise est constituée par des alternances de sable, de sable argileux et d'argile, laquelle ressemble souvent à s'y méprendre à l'argile sous-jacente *Yc*. Le complexe des sables et argiles *Yd* reposant directement sur l'épaisse couche d'argile schistoïde *Yc* constitue dans son ensemble une couche très aquifère, mais ces sables, présentant de nombreuses intercalations argileuses, on comprendra facilement que le degré d'imprégnation des éléments sableux sera en partie fonction de la fréquence et de l'étendue des intercalations d'argile.

Si le terme *Yd* était constitué par une masse homogène de sables fins, les eaux, après avoir filtré à travers les sédiments bruxelliens, passeraient dans la masse sableuse de l'Ypresien *Yd* pour s'arrêter sur l'argile schistoïde *Yc*; elles y formeraient une nappe aquifère assez régulière, dont l'allure se confondrait sensiblement avec la pente de l'argile sous-jacente. Mais, comme nous l'avons vu plus haut, la constitution de l'*Yd* n'est pas aussi simple, ces sables fins contiennent des lentilles d'argile, nombreuses et souvent étendues, qui retiennent au passage les eaux d'infiltration, constituant ainsi autant de nappes aquifères, dont l'importance varie avec l'étendue des masses argileuses (fig. 1 de la page 305).

C'est donc l'irrégularité que présentent les sédiments sableux et argileux de l'Ypresien supérieur qui en constitue le principal danger, car, outre la difficulté qu'il y a de délimiter ces différents éléments, il y a encore celle de préciser leur teneur en eau, qui varie avec les fluctuations des précipitations atmosphériques. Lorsqu'on se trouve en présence d'une formation contenant des alternances d'argile et de sable fin, on remarque souvent, comme à Brüx et à Bruxelles, que les sables sont stratifiés obliquement. La présence de ce genre de stratification au sein de masses sableuses formées de grains fins constitue déjà une première indication, au point de vue de la possibilité de rencontrer des sables boulants.

En effet, de même qu'on peut inférer de la présence d'alternances d'argiles et de sables fins que ces derniers sont probablement obliquement stratifiés, de même, des sables fins à stratifications obliques,

signifient pour le géologue que l'argile et souvent l'eau ne sont peut-être pas très éloignés. Ces relations sont faciles à saisir, si l'on se rappelle les conditions qui président généralement au dépôt de ces éléments (fig. 2). *(Voir le commentaire fourni par la note du bas de la page 306.)*

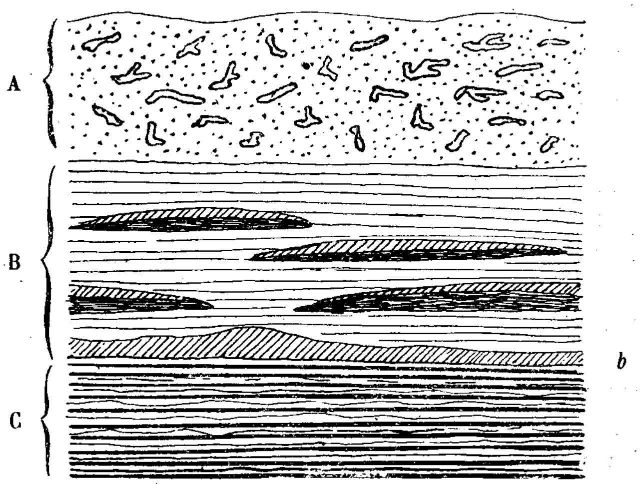


FIG. 1.

A. Sable bruxellien avec grès B*r*.
B. Sable fin ypresien supérieur Y*d* contenant des lentilles argileuses retenant les eaux d'infiltration.
b. Nappe aquifère reposant sur l'argile.
C. Argile d'Ypres schistoïde Y*c*.

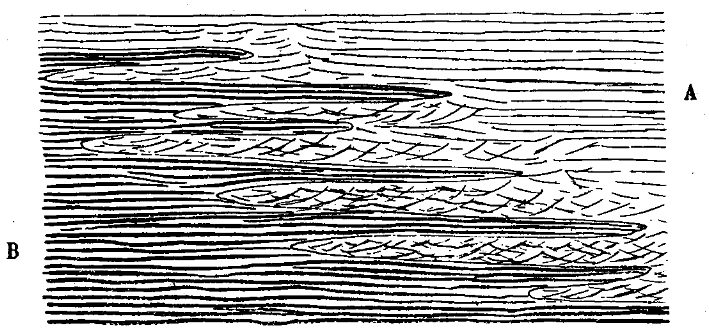


FIG. 2.

A. Sable fin ypresien supérieur Y*d*.
B. Argile ypresienne Y*c*.

← Sens de la régression de la mer à l'époque de l'Ypresien supérieur. Rivages. →

Le sous-sol tertiaire de Bruxelles est, comme celui de Brüx, découpé par une série de failles; il est peu de géologues qui n'aient eu l'occasion de les voir dans les sablières des environs de Bruxelles, mais il en est d'autres que des travaux exécutés dans le sous-sol de la ville ont décelés au cœur même de la capitale. Il a été fréquemment question de ces accidents géologiques au sein de la Société belge de Géologie, et depuis longtemps M. A. Rutot les a considérés, et tous les géologues après lui, comme dus à l'écoulement lent des sables aquifères Y*d* vers la vallée de la Senne. Il n'est pas inutile de remémorer quelques faits, sur lesquels s'appuient les idées émises par notre savant confrère. En forant un puits dans sa propriété, rue de Terre-Neuve, M. Van den Broeck m'a dit avoir constaté la présence des sables bruxelliens à la cote 17 et se prolongeant sur une épaisseur de 5 à 6 mètres.

Rue des Ursulines, la présence du Bruxellien avec grès fistuleux a été remarquée par M. M. Mourlon vers la cote 22, mais on ignore à cet endroit l'épaisseur de ces sables.

D'après M. A. Rutot, à la distillerie Raucq, rue Haute, près de l'hôpital Saint-Pierre, l'Ypresien a été atteint à la cote 26; au carrefour des rues de l'Empereur, Montagne de la Cour et Saint-Jean à la cote 38, et au bas de la place du Grand-Sablon à la cote 44. A ce propos, M. Rutot me fait savoir qu'il n'a plus rencontré de contact à

Les remarquables travaux de MM. Van den Broeck et Rutot sur la théorie des cycles sédimentaires ont mis en relief les conditions qui président, d'une manière générale, à la distribution des éléments au sein de nos dépôts sédimentaires. Les graviers sont des sédiments côtiers; les sables entraînés par les vagues et les courants se déposent à une certaine distance du rivage; les argiles, dont la ténuité est extrême, sont entraînées au large. On remarquera que la présence simultanée de sables et d'argiles indique une zone limite, où cette dernière roche est fréquemment remplacée par des sables excessivement fins. Cette alternance n'est pas nécessairement due à une oscillation des lignes de rivage, déplaçant en même temps l'endroit du dépôt des éléments argileux tenus en suspension dans l'eau. Il est facile de comprendre que les perturbations atmosphériques peuvent modifier aussi cette ligne séparatrice et oscillante des dépôts de sable fin et d'argile. Les tempêtes peuvent entraîner vers les régions argileuses des sables très fins, qui, à la faveur du mouvement de l'élément liquide, se déposeront sur l'argile, en présentant une stratification oblique ou entre-croisée; alors qu'en des temps plus calmes ces mêmes sables se déposaient horizontalement. Dans ces conditions, ces sables fins, à stratification oblique, indiquent un empiétement momentané de l'élément sableux sur l'élément argileux et permet, dans une certaine mesure, de prévoir le retour de ce dernier. Il va de soi que cette zone d'alternance intermédiaire entre les zones argileuse et sableuse suivra le déplacement général de l'ensemble des sédiments liés aux progressions et régressions de la mer. Ces faits s'observent également dans les dépots fluvio-marins et fluviaux.

une cote plus élevée; il considère donc cette cote 44 comme étant celle de vrai contact, *in situ*. Il semble donc qu'il existe sur les versants de la vallée de la Senne des failles nombreuses et rapprochées, dues à l'écoulement des sables vers la vallée.

M. A. Rutot dit, dans son intéressant mémoire sur le puits artésien de la distillerie Raucq : « Ces failles, qui n'ont pas de rapports avec les véritables fractures de l'écorce terrestre, sont dues à l'écoulement lent, vers la vallée, de la partie inférieure du sable ypresien reposant sur l'argile; ces sables se sont écoulés lentement et progressivement dans la vallée lors de son creusement; c'est ce coulage latéral qui a produit, dans la masse supérieure, des cassures avec tassement et descente des couches en escalier, comme le présente le croquis ci-dessous (fig. 3). »

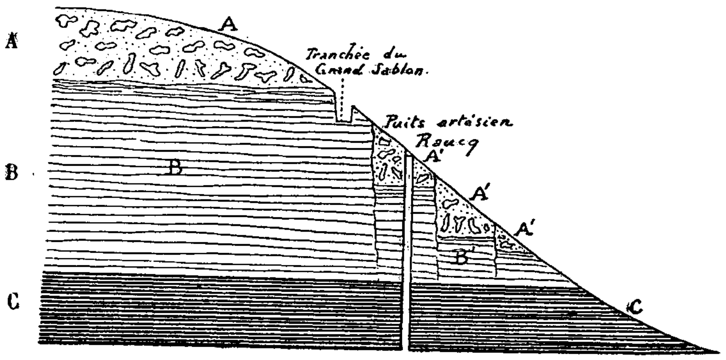


FIG. 3. — Coupe diagrammatique, d'après M. A. Rutot, montrant, au travers de la vallée de la Senne, les failles successives de tassement par écoulement latéral du sable ypresien.

A. Sable bruxellien *in situ*.
A', A', A'. Paquets de sable bruxellien, successivement descendus.
B. Sable ypresien *in situ*.
B'. Sable ypresien fluide, en partie écoulé dans la vallée.
C. Argile ypresienne imperméable.

Comme on le voit, il existe une grande analogie entre la disposition générale et le détail des couches aquifères de Brüx et de Bruxelles. Il existe une analogie non moins frappante entre les phénomènes dynamiques lents dus à l'écoulement des sables boulants de ces deux régions. Espérons que les travaux souterrains, qu'on se propose de commencer à Bruxelles prochainement, n'étendront pas l'analogie jusqu'aux déplacements brusques. Quoi qu'il en soit, la présence de failles de tassement dans un sol renfermant des sables aquifères doit être pour l'ingénieur un avertissement.

M. *le Président* partage l'avis de **M.** *Simoens* au sujet de la compa-

raison qu'il vient d'établir entre la disposition des points faibles du sous-sol de Bruxelles et celle des terrains de Brüx; comparaison qui n'est pas sans offrir de la justesse au point de vue géologique.

M. *Van den Broeck* fournit quelques éclaircissements complémentaires de nature à appuyer la manière de voir de M. *Simoens* au sujet de la disposition faillée des dépôts tertiaires de la vallée de la Senne, à Bruxelles. Il rappelle notamment la constatation, faite l'année dernière au cours d'une excursion de la Société, dans la région d'Uccle et Forest, de la descente de paquets de sédiments tertiaires englobant le gravier ledien et ayant ramené celui-ci au niveau de l'Ypresien. Il rappelle la curieuse série de failles en escaliers qui a été constatée sur les flancs du coteau et qui a pu permettre à l'Éocène moyen de descendre à ces altitudes, occupées normalement par l'Éocène inférieur. On se demandera peut-être comment ces sables ont pu ainsi descendre dans les bas niveaux de la vallée dont, primitivement, ils couronnaient les hauteurs! Il ne faut pas perdre de vue que le thalweg de la vallée actuelle est très différent comme altitude de celui de la vallée quaternaire, qui a été en partie comblée par les alluvions de remplissage moderne. Le creusement de la vallée quaternaire s'est fait bien plus profondément, et c'est à cette époque ancienne du *maximum de creusement* et de drainage latéral de coteaux que le sable fin, boulant, de l'Ypresien, compris entre le substratum imperméable d'argile ypresienne et le recouvrement des sables plus grossiers de l'Éocène moyen (Bruxellien, Laekenien, Ledien, etc.), s'est trouvé affleurer sur les flancs inférieurs de la vallée. Imprégnés d'eau, pressés par l'épaisse masse des sables et des grès recouvrants, les sables fluides et boulants de l'Ypresien supérieur ont « foiré » dans la vallée et en s'y déversant peu à peu, entraînés qu'ils étaient par les eaux dont ils se trouvaient imprégnés; c'est ainsi qu'ils ont provoqué, par leur échappement latéral dans le drain fourni par la vallée, l'affaissement des masses sableuses superposées, lesquelles ont perdu leur niveau et leur état d'équilibre primitif. Ces amas supérieurs se sont affaissés en massifs successifs, découpés en escaliers par des failles de tassement et d'arrachement mécanique, failles parallèles à la direction de la vallée. C'est ainsi que le contact *in situ* du Bruxellien sur le sable fin ypresien, qui s'observe, par exemple, vers le bas de la place du Grand-Sablon, vers la cote 44, se trouve, par places, reporté bien au-dessous du thalweg de la vallée *actuelle.*

Lorsqu'il habitait naguère le bas de la ville, M. Van den Broeck a, comme l'a signalé tantôt M. Simoens, constaté chez lui, rue Terre-

Neuve, c'est-à-dire à la cote 17 environ, qu'un puits de 5 à 6 mètres *au moins* était resté entièrement creusé dans le même sable bruxellien, dont la base n'existe *in situ* qu'à plus de 33 mètres plus haut, sur les flancs supérieurs de la rive droite de la Senne. Des forages exécutés rue Haute, soit à mi-côte de la vallée, ont également fait retrouver le Bruxellien en paquet épais descendu sous le niveau primitif de ces sables.

Les circonstances, fait remarquer M. Van den Broeck, qui, pendant la phase quaternaire de creusement maximum de la vallée de la Senne, ont donné lieu au « foirage » des sables fins supérieurs aquifères et à la formation du boulant, dont l'échappement latéral a causé graduellement les ruptures d'équilibre avec faillage en escaliers des masses sableuses supérieures, *n'existent heureusement plus*. En effet, le remplissage des parties profondes de la vallée quaternaire par le paquet développé des alluvions quaternaires et modernes (qui, par places, atteignent 21 mètres d'épaisseur dans la région bruxelloise de la vallée de la Senne) s'oppose actuellement au drainage et à l'entraînement latéral des parties basses des flancs sableux de l'ancienne vallée, aujourd'hui remblayée. Le sable ypresien ne peut plus trouver de voies d'évacuation pour ses parties profondes aquifères et à caractères boulants : il est devenu emprisonné et comme tel rendu *stable*. Avec lui s'est consolidée la masse sableuse recouvrante (bruxellienne, etc.) dont les failles et les cassures ne peuvent plus avoir aucune tendance à l'agrandissement ni à aucune nouvelle rupture d'équilibre provoquée par le déplacement des niveaux « boulants » ypresiens, enfouis actuellement dans les profondeurs du sous-sol de la colline de Bruxelles.

M. *Simoens* partage la manière de voir de M. Van den Broeck, quant à la non-existence à notre époque des conditions qui ont déterminé les failles de tassement dans les environs de Bruxelles, et il fait remarquer qu'il en est de même à Brüx, où d'épaisses couches de dépôts quaternaires recouvrent les couches tertaires miocènes; là, comme dans nos régions, ces failles de tassement ne peuvent plus guère se produire de nos jours. C'est précisément cet arrêt du « foirage » qui fait que ces sables boulants, maintenus sous pression, ne demandent qu'à s'échapper en provoquant alors des effondrements désastreux dès qu'on vient à leur ouvrir une issue, c'est-à-dire dès qu'on les met brusquement, en un point quelconque de leur masse, dans des conditions identiques à celles qu'ils présentaient avant leur revêtement par des dépôts quaternaires.

M. *van Ertborn*, voyant dans ce phénomène de faillage la produc-

tion d'une zone de complet remaniement sédimentaire ayant affecté le sous-sol d'une bonne partie de la ville, M. *le Président* croit pouvoir faire remarquer, d'accord avec ce que vient de dire M. *Van den Broeck*, qu'il s'agit ici d'un phénomène de descente bien régulière, chaque paquet sédimentaire étant descendu en bloc et sans brouillage; tout le sol des flancs de la vallée est représenté par une série d'escaliers dont chacun contient sa coupe géologique partielle propre, bien intacte et montrant à l'évidence qu'il n'y a pas eu de bouleversement. (Voir la figure 3 de la page 307.) Pour le surplus, il s'en rapporte à la coupe observée jadis par de nombreux confrères et qui était visible, à Forest, le long du chemin longeant la propriété Mosselman.

Relativement aux phénomènes signalés par M. *Kemna* lors des travaux de sondage destinés à étudier les causes de la catastrophe de Brüx, MM. *le Président* et *van Ertborn* sont d'accord pour reconnaître que la venue d'eau et les accidents amenés par le trou de sonde de septembre 1896 avaient dû être causés par l'échappement de l'air qui avait pu être comprimé dans les cavités de l'exploitation. C'est aussi l'avis de M. *Kemna*, qui constate que le trou de sonde ci-rappelé a fourni une projection d'air et a amené également la venue d'une grande masse d'eau.

M. *van Ertborn* dit ensuite quelques mots au sujet d'une série de forages pratiqués à Saint-Nicolas pour obtenir de l'eau; l'argile rupélienne n'étant pas assez résistante, les puits se détruisaient par la simple trépidation produite au passage des trains. Les puits se comblaient par éboulement et l'on était obligé d'en creuser d'autres.

M. *Simoens* croit pouvoir faire remarquer, au sujet de la forme des grains dans les sables aquifères, que ceux-ci ont d'autant plus de chances de devenir boulants que ces grains s'éloignent davantage de la forme sphérique. Plus cette forme sphérique s'altère et plus la surface susceptible de retenir l'eau augmente; de plus, les interstices entre les grains s'agrandissent et permettent de loger un volume d'eau plus considérable.

Si après avoir rempli un récipient cylindrique de boules en cire parfaitement sphériques, on exerce une pression au sommet du cylindre de manière à écraser et à refouler au fond du vase les sphères, celles-ci, après l'effort, présenteront la forme polyédrique se rapprochant du dodécaèdre rhomboïdal. En effet, si l'on choisit une sphère au centre d'un amas de sphères identiques, on peut constater qu'elle touche au moins à douze sphères semblables. Par la compression, ces douze points

se transforment insensiblement en douze surfaces qui iront en s'agrandissant jusqu'à se rencontrer pour former les arêtes du polyèdre.

Si après avoir détaché ces polyèdres les uns des autres on les rejette dans le cylindre, on remarque alors que le vase, malgré les secousses qu'on lui imprime, ne peut plus les contenir, à moins de procéder à un arrangement méthodique des rhomboèdres.

Lorsqu'il s'agissait de réunir les sphères (celles-ci étant des polyèdres présentant autant de faces que de points), l'ensemble de la masse présentait une structure identique dans toutes ses parties, mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de réunir des polyèdres sans procéder à un arrangement de ceux-ci. Il se produit alors des interstices d'autant plus grands que les polyèdres s'écartent davantage de la forme sphérique et se rapprochent du polyèdre présentant le moins de faces, c'est-à-dire le tétraèdre, et plus ces vides seront grands, plus il y aura de place pour contenir l'eau; ce qui est la condition première du charriage de toute la masse.

M. le *Président* rappelle à l'Assemblée la question de la *Bibliographie des sables boulants,* que M. le commandant *E. Cuvelier* vient de faire entrer dans la *voie pratique* en déposant pour les Annexes au Procès-Verbal un premier et très utile travail, fournissant un précieux *modèle à suivre,* et il sollicite le concours de chacun à ce sujet.

De l'avis de MM. *Mourlon* et *Simoens,* cette bibliographie n'est pas chose aisée, le boulant étant scientifiquement peu connu et ayant été étudié occasionnellement sous beaucoup de rubriques, spécialement d'ordre technique.

M. *Van den Broeck* a déjà réuni un grand nombre de fiches sur la matière, mais insuffisantes cependant, par la multiplicité des lacunes, pour que l'on puisse utilement en commencer la publication. Il voudrait voir *nos collègues de l'étranger* surtout, nous documenter sur l'utile bibliographie que la Société se propose de dresser, et le mieux serait de s'inspirer de la voie pratique et judicieuse ouverte par le travail, que l'on trouvera plus loin, du commandant *Cuvelier.*

M. *Gobert,* de son côté, soulève la question de l'organisation d'expériences de laboratoire relatives à l'étude et à l'assèchement des sables boulants à l'action des drains. Les études microscopiques consacrées à la détermination et aux caractères des grains sédimentaires constituant le boulant et ses divers types éventuels lui paraissent aussi d'une haute utilité, et il serait désirable que plusieurs de nos confrères voulussent bien s'en occuper activement.

M. *Van den Broeck* rappelle à ce sujet que notre confrère,

M. *De Schryvere*, qui dirige les travaux et chantiers de « Bruxelles-maritime », a mis gracieusement à notre disposition son laboratoire des installations maritimes, ce qui permet pratiquement de réaliser les désirs exprimés par M. *Gobert*. Il y a lieu d'acter aussi, dans cet ordre d'idées, l'offre aimable faite (voir correspondance) par M. le Dr *Petermann*, directeur de la station agronomique de Gembloux.

Il estime cependant qu'il y aurait lieu de tenter de faire également certaines expériences en séance, lesquelles pourraient être adjointes à celles faites par des spécialistes au laboratoire. Il propose, en conséquence, de mettre cette question à l'ordre du jour de l'une de nos prochaines séances, consacrées au « boulant ». — Adopté.

Enfin, M. *Van Ertborn* donnant quelques détails au sujet de l'assèchement progressif, très efficace, qui a été effectué lors du creusement des bassins de batelage d'Anvers, dont le fond atteignait le niveau primitif des « sables boulants » de la région d'Anvers, M. le *Président* l'engage à rédiger une note sur cette question, laquelle pourra être lue à une séance ultérieure.

La séance est levée à 10 heures 30.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 30 AVRIL 1901.

BIBLIOGRAPHIE CHRONOLOGIQUE DU « BOULANT »

D'APRÈS LES « ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE »

de 1843 à 1893, 1re série (cinquante et un premiers volumes),

par **E. CUVELIER**,
Capitaine commandant du génie,
Professeur à l'École militaire.

L'étude du « boulant » a été faite dans bien des Recueils spéciaux, dans un grand nombre d'ouvrages, et à divers points de vue.

Il nous semble que, pour en arriver à une bonne *synthèse* et mettre la question bien au point, il faudrait *analyser* succinctement le plus grand nombre possible d'écrits relatifs au « boulant », les condenser, les coordonner, en tirer les conclusions et les procédés.

C'est dans cet ordre d'idées que nous avons dressé la Bibliographie

chronologique qui va suivre, et nous avons pris le premier recueil belge venu qui se trouvait à notre disposition (1).

Pareille étude étant faite par un certain nombre d'entre nous, et les sources originales étant ainsi connues, un comité pourrait être formé, qui aurait pour mission de faire une classification synthétique et de faire une subdivision en groupes et méthodes des divers systèmes employés; chaque méthode ou groupe serait plus spécialement étudié, creusé, par un membre de la Société ou par plusieurs, le cas échéant. Des règles pourraient alors être déduites, qui fixeraient sur le système que l'on doit employer dans *chaque cas particulier;* car il est certain que les procédés à mettre en œuvre peuvent et doivent varier suivant les circonstances, si l'on ne veut pas faire d'inutiles dépenses : il ne faut pas recourir inconsciemment, en quelque sorte, aux méthodes les plus compliquées — sûres, sans doute — pour des travaux de peu d'importance.

I. — **Emploi de l'air comprimé pour le fonçage des puits dans les terrains aquifères,** par M. TRASENSTER, sous-ingénieur des mines (2).

Les substances exploitables que recèle le sein de la terre sont fréquemment recouvertes de couches de terrains plus récents, *perméables aux eaux*, soit par leur état d'agrégation, soit par les fissures nombreuses qui les traversent.... Ces couches donnent passage à des courants d'eau qui circulent dans les interstices de la matière solide.

Lorsqu'on pratique une *excavation dans ces couches*, l'effet produit est le même que si l'on faisait descendre dans une rivière un vase fermé à parois plus ou moins perméables; de toutes parts, les eaux tendent à l'envahir, et cela en raison de la facilité avec laquelle elles se meuvent et de la profondeur au-dessous de leur niveau naturel.

Le moyen jusqu'ici employé pour pénétrer dans ces terrains, sans être submergé, consiste à disposer des pompes en quantité suffisante pour que l'épuisement l'emporte de vitesse sur l'affluence des eaux. On conçoit dès lors que l'efficacité de ce moyen est loin d'être absolue.

(1) On y peut suivre assez bien la progression dans la puissance des moyens mis en œuvre.

(2) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1847, t. VI, pp. 5-28. En 1848, M. Trasenster était professeur d'exploitation à l'Université de Liége.

Les courants qui convergent vers le puits entraînent les matières meubles contenues dans le terrain, de manière à gêner beaucoup la marche des pompes, à augmenter les déblais et surtout à occasionner des vides et des tassements inégaux, qui rendent le soutènement des parois fort difficile pour peu que l'opération ait de durée.

. . . .

M. Trasenster donne ensuite la description du procédé par l'*air comprimé,* imaginé par Triger en 1841, pour la *traversée de sables très aquifères* aux environs de Chalonnes (Loire), et qui présentent une puissance d'environ 20 mètres au-dessus du terrain houiller; puis son application par la Société des mines de Douchy (près Valenciennes) et enfin des indications *nouvelles* — pour l'époque (1847) — relatives à l'emploi de l'air comprimé.

II. — **Creusement à travers les sables mouvants d'un puits de la mine de Strépy-Bracquegnies**, par M. V. Bouhy, aspirant des mines (1).

M. *Bouhy* fait connaître que la Société de Strépy dut abandonner, en 1811, le creusement de deux *avaleresses* (2) par suite de la rencontre d'un banc de *sable mouvant* que l'on ne put traverser avec les moyens alors connus; la même chose se produisit en 1836 et encore quelques années après : un sondage ayant montré qu'on devait traverser 30 mètres de sables mouvants, *on n'osa pas poursuivre* les enfoncements des puits (3).

En 1814, la Société ouvrit deux nouvelles avaleresses, en employant un nouveau procédé imaginé par M. *Alphonse de La Roche,* directeur gérant, et consistant à enfoncer dans le terrain un cuvelage cylindrique en *tôle* composé de plusieurs tronçons, reliés les uns aux autres par des boulons; ces puits avaient des diamètres respectifs de $3^{m},50$ et de $2^{m},50$. Les travaux furent arrêtés par le refoulement de l'eau et des sables qui écrasèrent les parties inférieures des cylindres (4).

De 1845 à 1847, M. *de La Roche,* convaincu de l'excellence de son

(1) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1848, t. VII, pp. 35-80.

(2) Lorsqu'on approfondit un puits existant ou que l'on enfonce un nouveau puits, l'excavation ou creusement s'appelle *avaleresse.*

(3) Heureusement qu'on n'en est plus là *aujourd'hui!*

(4) Les cylindres furent écrasés par *soufflage* ou venue subite du sable, comme on désigna cet accident à Strépy.

système, fit recommencer l'enfoncement d'un puits et, cette fois, l'opération réussit. M. *Bouhy* donne la description complète du procédé employé pour l'enfoncement du puits *n° 3 de Saint-Alexandre.*

Voici ce qu'il dit des *sables mouvants :*

« Le banc de *sables mouvants* est formé de couches de sable de couleur grisâtre, blanchâtre ou bleuâtre, dont le grain est *tantôt* très *fin*, tantôt assez *grossier*. Ces sables sont d'une mobilité excessive à cause de la *grande* quantité d'eau dans laquelle ils sont noyés; la masse est souvent divisée par de petits lits d'argile plastique, qui cependant n'isolent pas les eaux que contiennent les couches qu'ils séparent, probablement parce que ces bancs sont fissurés ou qu'ils ne se prolongent pas dans toute la masse des sables. On y a rencontré :

» 1° Des couches assez puissantes de lignite très chargé de pyrites;

» 2° Des poudingues, formés de cailloux de calcaires et de quartz, réunis par une pâte très pyriteuse et formant des masses souvent très volumineuses;

» 3° Des blocs de calcaire, des morceaux de houille et quelques fragments de succin. »

III. — **Creusement, à travers les sables boulants, d'un puits vertical de la mine de Bois-des-Vallées, à Piéton, district de Charleroi**, par M. Hancart, sous-ingénieur honoraire des mines, directeur de charbonnages (1).

Le terrain houiller, dans l'étendue de la concession de Bois-des-Vallées, est recouvert par un *mort-terrain* renfermant trois couches de *boulant :*

1° Un sable gris sur $1^m,07$;

2° Un sable blanc sur $3^m,32$;

3° Un sable bleu sur $4^m,57$.

Les deux premières couches de *boulant* reposent sur de l'argile, alors que la troisième surmonte du sable non boulant; ces deux premières couches purent être traversées assez facilement par un boisage provisoire, tandis que la troisième demanda un procédé relativement compliqué, « *le sable boulant* faisant irruption dans la fosse et la remplissant en quelques secondes à environ 5 mètres de hauteur ».

(1) *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1849-1850, t. VIII, pp. 249-253.

IV. — Creusement des galeries à travers les terrains mouvants, par M. V. Bouhy, aspirant et sous-ingénieur honoraire des mines (1).

« Au nombre des terrains que l'on est souvent obligé de traverser, soit pour atteindre ou pour assécher les gîtes de substances minérales, soit pour creuser des canaux, pour percer des tunnels, etc., il n'en est pas qui présentent plus de difficultés que les couches ou bancs de terrain meuble connus sous le nom de *sables mouvants*, de *sables boulants* ou, simplement, de *boulants;* en général, ils sont composés de sables siliceux à grains très fins noyés dans une quantité d'eau considérable et quelquefois telle que le mélange ne forme plus qu'une sorte de vase ou de boue liquide. Il est inutile d'insister pour faire comprendre ce que l'exécution de galeries dans de semblables terrains doit avoir de laborieux et de pénible : agissant, par suite de leur fluidité, à la manière des liquides, ils pressent, dans tous les sens, les parois des excavations et affluent incessamment dans les espaces déblayés par les moindres ouvertures laissées dans ces parois ou qui viennent à s'y former. Toujours l'attention doit être éveillée, l'ouvrier sur ses gardes, si l'on ne veut voir anéantir en quelques minutes le fruit du travail de plusieurs semaines et quelquefois de plusieurs années. Et cependant, cette lutte de tous les instants contre le flot envahisseur pour l'empêcher de se frayer un passage à travers le revêtement dont on garnit les parois n'est, pour ainsi dire, que peu de chose vis-à-vis des obstacles que l'on rencontre lorsqu'il s'agit de faire avancer la galerie; ici est, en effet, le difficile et quelquefois même l'impossible; entamer ce terrain coulant, aussitôt remplacé qu'enlevé, et cela sans être débordé, sans occasionner de vide dans la masse environnante, sans déterminer d'affaissements à la surface, sans rien enlever qui ne soit nécessaire, tel est le problème à résoudre et dont la solution a souvent échappé, heureux alors quand aux pertes de temps et d'argent ne vient pas se mêler le regret de la perte d'un plus ou moins grand nombre d'ouvriers, tout à coup surpris et submergés par la subite irruption de la matière liquide. »

. . . .

Après avoir fait ce *sombre tableau*, M. *Bouhy* indique et décrit des

(1) *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1849-1850, t. VIII, pp. 257-348.

procédés qui ont été employés *avec succès* pour la traversée du « *boulant* » (1) :

1° Par palplanches et cadres en fer;

2° Par palplanches et cadres en bois;

3° Par bouclier du système *Brunel;*

4° Par bouclier formé de *picots* (2) jointifs.

Le procédé Brunel a servi pour le percement du tunnel sous la Tamise entre Wapping et Rotherhite; le système par picots, imaginé par M. *Durieux*, a été appliqué par lui au percement d'une galerie d'écoulement à Saint-Vaast (3).

V. — Notice sur le procédé Kind, par M. J. Chaudron, sous-ingénieur des mines (4).

Le procédé inventé par l'ingénieur saxon *Kind* a principalement pour but de faciliter l'établissement des puits dans les terrains difficiles et notamment dans les *sables boulants* et les terrains aquifères en général, tels qu'on en rencontre fréquemment en Belgique.

L'emploi de l'air comprimé est impraticable quand la couche aquifère se trouve à une grande profondeur au-dessous du niveau des eaux (40 à 50 mètres?).

Le procédé Kind a pour but de faire disparaître les écueils contre lesquels on a échoué jusqu'à ce jour, ou tout au moins de réduire notablement les dépenses (4).

(1) Les amas de sables mouvants, dit M. Bouhy, sont souvent divisés en plusieurs couches distinctes par des bancs d'argile de peu d'épaisseur, qui se trouvent rarement dans une position horizontale; ils sont plutôt disposés de manière à former des espèces de bassins superposés qui divisent ainsi la masse de terrains mouvants en plusieurs couches distinctes que l'on peut assécher; sous ce rapport, ces bancs d'argile sont avantageux.

(2) Courts piquets en bois de chêne ou de hêtre, de forme conique.

(3) On avait fait une galerie dont l'avancement, *en un siècle,* dans les sables mouvants, ne fut que de 1150 mètres; des irruptions subites de la matière boueuse vinrent surprendre plusieurs fois les travailleurs et remblayer entièrement la galerie, après l'avoir détruite sur une grande longueur. En 1859, elle avait atteint 3500 mètres.

Le procédé *Durieux* fut aussi employé à Engis, à la Société de la Nouvelle-Montagne.

On trouvera, pages 344 à 348 du tome VIII des *Annales des Travaux Publics de Belgique,* le résumé des prescriptions relatives à la traversée du *boulant.* On y peut encore puiser d'utiles renseignements.

(4) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1853-1854, t. XII, pp. 327-338.

VI. — Sur un cas d'affaissement du sol à Nimègue, par M. E. Bidaut, ingénieur en chef des mines (1).

La ville de Nimègue, située sur la rive gauche du Waal, est construite sur le penchant de collines à pente douce, qui prennent naissance à peu de distance de la rivière....

Un affaissement considérable s'est produit dans le sol et a fortement endommagé plusieurs constructions, établies entre la rivière et le pied de ces collines.

. . . .

La cause des désastres est attribuée à l'existence, *constatée d'ailleurs* par le sondage, d'une couche de *sable mouvant* au-dessous de la partie affaissée.

Ce sable, en communication par divers petits canaux souterrains avec la rivière, s'y déverserait lentement, entraîné par la circulation des eaux et donnerait ainsi naissance à des vides qui, en se comblant, déterminent l'enfoncement du sol.

Dans les dépressions qui affectent les digues le long des rivières, on peut du reste distinguer :

1° Des *enfoncements* ou descentes brusques (*verzinkingen*);
2° Des *affaissements* ou descentes graduelles (*verzakkingen*);
3° Des *glissements* (*afschuivingen*) (2).

VII. — Creusement de deux puits à travers les sables boulants, par le moyen de l'air comprimé, au charbonnage de La Louvière, par M. Alb. Simonis, sous-ingénieur au corps des mines (3).

La couche de sable boulant avait 23 mètres d'épaisseur; elle reposait directement sur le Houiller et fut traversée par un cuvelage en tôle de $4^{m},58$ de diamètre extérieur. M. Simonis indique les modifica-

(1) *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1858-1859, t. XVII, pp. 93-101.
(2) Ce sont les termes employés par M. M. Conrad, ingénieur du Waterstaat, et Delpat, général du génie, membres de l'Académie royale des sciences, auxquels le Gouvernement hollandais s'était adressé à la suite de l'accident de Nimègue.
(3) *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1859-1860, t. XVIII, pp. 5-69.

tions apportées au fonçage par l'air comprimé et l'on trouve dans son mémoire quelques renseignements sur les accidents qui peuvent se produire pendant le travail :

« Une première tentative avait échoué. On était parvenu à la profondeur de 42 mètres, lorsque tout à coup une venue d'eau et de sable, se faisant jour à travers le boisage et prenant en peu de temps des proportions formidables, fit irruption dans le puits et en provoqua l'éboulement avec une rapidité telle que les ouvriers qui travaillaient dans le fond n'eurent que le temps de remonter au jour. Le boisage, quoique construit très solidement, s'écrasa de proche en proche jusqu'à 10 mètres de la surface, sans qu'il fût possible d'arrêter les progrès du mal. Il se produisit autour de l'orifice un affaissement marqué du sol et l'on dut renoncer à reprendre le travail (1). Ce fait se rattache à un genre de phénomène que les mineurs nomment *soufflage* et qui se remarque assez souvent dans les *sables boulants.* »

. . . .

« Il faut chercher l'explication de ce phénomène dans la formation, au milieu des sables, de cavités qui se remplissent d'eau ou d'un mélange d'eau et de sable... »

. . . .

« Enfin, il peut y avoir dans la fosse injection d'une gerbe de sable, d'eau et d'air, malgré l'action de l'air comprimé (2). »

VIII. — **Travaux exécutés en Belgique,** par M. J. Chaudron, ingénieur au corps des mines (3).

Après avoir rappelé les insuccès du procédé *Kind*, M. Chaudron donne la *description* du procédé suivi pour l'exécution des puits de Saint-Vaast et de Péronnes. Dans un premier chapitre, il fait connaître les outils de forage, les cuillers à draguer, les tiges d'assemblage, la glissière d'échappement qui s'adapte entre ces tiges et l'outil, les moteurs, les instruments de sauvetage, etc. ; dans un second chapitre, il expose quelques considérations sur la marche des appareils de sondage.

(1) Par les anciens procédés.

(2) Dans son travail, M. Simonis renvoie à la *Revue Universelle*, puis à l'*Annuaire de la Société des Arts, des Sciences et des Lettres du Hainaut*, dans lequel a été publiée une note de M. Tasquin, ingénieur des arts et manufactures de l'École de Liége.

(3) *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1859-1860, t. XVIII, pp. 169-287 et pp. 289-291.

IX. — Appréciation du système de M. J. Chaudron, par M. A. De Vaux, inspecteur général des mines (1).

Dans une visite d'inspection de la mine de Péronnes, dit M. De Vaux, nous avons constaté avec satisfaction le succès complet obtenu par M. l'ingénieur Chaudron dans l'application du système Kind perfectionné par lui au forage des puits à travers les *terrains aquifères*.

La fosse Sainte-Marie, du charbonnage de Péronnes, laissait à désirer au point de vue de l'aérage. Un puits d'appel spécial étant devenu indispensable, la construction en fut décidée et commencée à la fin de juin 1859, et le 21 août 1860 elle était terminée moyennant une dépense d'environ 56,000 francs, à peine le quart de ce qu'aurait coûté ce travail par les moyens connus.

A cette époque, près de la moitié des terrains du *Couchant de Mons* étaient regardés comme à peu près inaccessibles à l'exploitation, à cause de la grande épaisseur des morts-terrains à traverser, des *sables boulants* qui s'y rencontrent et de l'énorme quantité d'eau qu'ils recèlent.

X. — Creusement d'un puits à travers les terrains aquifères, par M. Blees. (Traduction par MM. A. Peltzer et A. Greiner) (2).

« Cette notice très intéressante, qui montre le génie et la patience que le mineur doit déployer dans ses luttes avec la nature, principalement contre l'action des eaux, et qui témoigne également des moyens ingénieux dont l'homme peut disposer aujourd'hui, a été accueillie avec une véritable satisfaction par la Commission directrice des *Annales*..... »

. . . .

On avait à peine enlevé 20 pieds de sable (1 pied rhénan = $0^{m},314$), quand tout à coup le cylindre (cuvelage), se mettant en mouvement, descendit avec une rapidité effrayante et disparut sous les eaux; la sonde indiquait qu'il était descendu de 36 pieds d'un coup.....

(1) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1859-1860, t. XVIII, pp. 169-287 et pp. 289-291.

(2) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1863-1864, t. XXI, pp. 291-312.

XI. — Notice sur le creusement d'un puits à travers les terrains aquifères, etc., près Ruhrort, par MM. A. Peltzer et A. Greiner (1).

Avant d'atteindre le terrain houiller, on devait traverser 82 mètres de couches plus ou moins meubles offrant les plus sérieuses difficultés au creusement d'un puits; ces difficultés étaient telles que plusieurs sociétés voisines de *Ruhr et Rhein* ont interrompu leurs travaux.....

Le creusement comprit :

1° La descente de deux tours (puits) en maçonnerie pour traverser le *boulant (fliesssand);*

2° La descente de plusieurs revêtements pour traverser les couches argileuses atteintes par les tours : *essais* de cuvelage en bois, en fer, en fonte;

3° Descente d'un revêtement en fonte par la méthode dite de *dragage à niveau plein.*

XII. — Fonçage des puits à niveau plein par le procédé Kind-Chaudron. Note sur les travaux exécutés pendant l'année 1868, en Westphalie et en France, par M. J. Chaudron, ingénieur des mines (2).

M. Chaudron n'indique dans cette note rien de bien *spécial;* il y donne tous les détails divers relatifs à son mode de construction.

XIII. — Tunnel sous l'Hudson-River, en Amérique, par M. A. de Somer, sous-ingénieur des ponts et chaussées (3).

Le *but* du travail était d'établir, au moyen d'un tunnel sous l'Hudson, une communication directe entre New-York et Jersey-City.

La *longueur du tunnel* est de 3560 mètres. Il aboutit dans une gare souterraine-terminus au Broadway.

(1) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1864, t. XXII, pp. 249-282.

(2) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1869, t. XXVII, pp. 135-165, avec renvoi aux tomes XII, XVIII et XXV.

(3) *Annales des Travaux Publics de Belgique,* 1884, t. XLI, pp. 223-256.

La section *transversale* du tunnel montre deux tubes accolés en maçonnerie, avec chemise de tôle.

Le *profil en long* indique qu'il reste une épaisseur minimum de $6^m,10$ entre le sommet du tunnel et le fond du fleuve, et que l'ouvrage d'art est presque tout entier construit dans de l'*argile vaseuse*.

On eut recours, pour l'exécution du travail, à l'emploi de l'air comprimé.

La construction fut marquée par un très grave accident le 21 juillet 1880. Une fuite d'air comprimé se déclara, une brèche se produisit, le tunnel fut inondé de terre, de boue et d'eau et vingt hommes, dont l'ingénieur Woodland, — qui avait voulu rester le dernier pour veiller au sauvetage, — périrent suffoqués. Huit ouvriers purent s'échapper par le *sas à air*.

XIV. — Enfin, le tome L des *Annales* (1893), pages 139 à 256, renferme une très importante note de M. l'ingénieur des ponts et chaussées Christophe, sur les **Fondations à l'air comprimé** pour la reconstruction de la passe navigable du barrage de Rivière, sur la Meuse (près Namur). Ce travail est la première application faite en Belgique de l'un des nouveaux procédés pneumatiques auxquels on a aujourd'hui recours à l'étranger pour réduire au minimum la quantité de fer perdue dans les fondations (1).

Que conclure de l'aperçu de ces *quelques* études? On peut dire que :

1° Le « boulant » est un ennemi sournois. (Voir n°s II, III, IV, VI, VII, X.)

2° Le « boulant » est un ennemi dangereux. (Voir n°s IV, VII, X, XIII.)

3° Le « boulant » n'est pas indomptable; et l'ingénieur possède bien des moyens pour le maîtriser. Outre les divers procédés que nous avons énoncés en faisant la revue des travaux publiés dans les *Annales*, on peut encore citer, notamment :

a) Le système *Poetsch* (par congélation du terrain);

b) Des *combinaisons* des divers systèmes.

(1) Pour les travaux à l'air comprimé des murs de quai à Anvers, voir, par exemple, le tome XLVII des *Annales*.

COMITÉ SPÉCIAL D'ÉTUDE

DES EMPLACEMENTS DES STATIONS GRISOUTO-SISMIQUES ET GÉOPHYSIQUES A INSTALLER EN BELGIQUE.

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 10 MAI 1901.

Présidence de M. **Rutot**, *Président.*

La séance est ouverte à 4 h. 35.

Sont présents : MM. *Abrassart, Forir, Harzé, Lagrange, Larmoyeux, Smeysters* et MM. *Rutot*, président, et *Van den Broeck,* secrétaire.

M. G. *Simoens* assiste à la réunion en qualité d'invité.

Correspondance :

MM. *Cornet* et *Stainier* ont fait excuser leur absence.

M. le Ministre d'État, *A. Beernaert,* président de notre Section d'étude du Grisou, nous a fait parvenir un don de 200 francs pour nous aider à la réalisation des installations projetées. — Remerciements.

M. *Alex. Devis,* avenue Louise, 199, nous adresse 50 francs pour le même objet. — Remerciements.

M. *De Jaer*, directeur général des mines, n'ayant pris ses fonctions de directeur général que depuis une dizaine de jours, et n'ayant pas encore une connaissance suffisante des devoirs administratifs qui lui incombent, regrette de ne pouvoir faire partie du Comité spécial réuni ce jour. Il nous assure cependant que l'œuvre entreprise par notre Société aura tout l'appui et toutes les sympathies de l'Administration des mines.

MM. *J. Smeysters, X. Stainier, Larmoyeux, E. Lagrange* et *Abrassart* donnent leur adhésion à la demande qui leur a été adressée de faire partie du Comité spécial d'étude d'emplacement des stations grisouto-sismiques de la Société.

M. *Lohest*, empêché par ses occupations, a délégué M. *Forir*, qui accepte, pour le remplacer au sein du Comité.

M. *G. Simoens* a envoyé une lettre, dont le texte est reproduit plus loin, comme base du n° 2 de l'ordre du jour de la séance.

Dons et envois reçus :

Parmi les dons et envois reçus dans le mois par la Société belge de Géologie, M. *le Secrétaire général* signale particulièrement les suivants, qui se rapportent directement à l'étude du grisou et aux phénomènes endogènes, sismiques et autres :

(3324.) **P. Petit.** *Note sur un autocapteur ou appareil servant à effectuer automatiquement de façon continue des prises d'air grisouteux ou de gaz quelconque.* Extr. ANN. DES MINES DE FRANCE, 1896, in-8°, 9 pages et 1 planche.

3268. **De Montessus de Ballore.** *La France et l'Algérie sismiques.* Paris, 1892. Extrait in-8° de 16 pages et 2 planches.

3269. — *Introduction à un essai de description sismique du Globe et mesure de la sismicité.* Extrait in-8° de 52 pages.

3273. **Lagrange, E.** *Les mouvements sismiques en Belgique en 1899.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 7 pages et 1 planche.

M. le Secrétaire attire aussi l'attention sur l'intéressant document qu'il vient de recevoir de notre confrère anglais, CLEMENT REID, et intitulé : *Selection of a Fault and Locality suitable for Observations on Earth-Movements* (Choix d'une faille et d'une localité appropriées pour l'observation des mouvements du sol).

C'est un rapport publié dans les Travaux de l'*Association britannique*, session de 1900, et dont M. Van den Broeck se propose de signaler tantôt certains extraits particulièrement intéressants pour nous en ce moment.

M. Van den Broeck signale enfin une intéressante *Conférence sur la pression du grisou renfermé dans la 13e couche des puits du Treuil n° 2 de la Société des Houillères de Saint-Étienne,* conférence donnée par

M. *P. Petit*, ingénieur en chef de la Société, et publiée dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (1894).

Il s'agit, en l'espèce, de constatations faites dans un champ d'exploitation où ont apparu pour la première fois, en 1893, dans le bassin de la Loire, ces phénomènes trop bien connus en Belgique, consistant en dégagements anormaux et instantanés de grisou.

Après l'historique de ces dégagements instantanés, l'auteur relate les expériences faites sur la pression du grisou et sur les quantités de gaz dégagées. Ses conclusions sont intéressantes à noter, notamment celles qu'il émet sur l'inefficacité des trous de sonde comme élément de drainage sérieux des couches grisouteuses, où des pressions très différentes se maintiennent avec persistance et à de très minimes distances.

D'après l'auteur, c'est surtout l'action du tassement, du foisonnement de la houille qu'il faut chercher à favoriser et à augmenter artificiellement; car c'est surtout cette action qui, brisant la houille et la crevassant, amène le mieux, vers la surface, le dégagement graduel du gaz contenu dans l'épaisseur des massifs grisouteux, dont les parties restées compactes et non fissurées se montrent les plus dangereuses.

Quant à la brochure de M. *Petit*, fournissant la description d'un appareil autocapteur de grisou, elle réclame un examen approfondi qui sera fait ultérieurement.

Ordre du jour de la Séance :

1. — ***Documentation géologique et topographique en vue de fixer la profondeur et l'emplacement les plus favorables aux observations de la station grisouto-sismique au charbonnage de l'Agrappe.***

2. — ***Décision relative au choix de l'emplacement de la station extérieure de comparaison.***

Communications des membres :

Choix d'un emplacement pour la station sismique en profondeur au charbonnage de l'Agrappe.

M. *le Président* rappelle qu'à la séance précédente du Comité technique du grisou, il a été question du placement à la plus grande profondeur minière possible de l'appareil enregistreur sismique destiné au charbonnage de l'Agrappe. On a objecté que les secousses sismiques

sont souvent plus accentuées vers la surface qu'en profondeur, et l'on a émis la crainte qu'au niveau le plus bas l'appareil n'accuse que très peu d'observations. De là, la nomination du Comité spécial et sa réunion de ce jour.

La parole est donnée à M. *E. Harzé*, qui pense que M. le directeur gérant *Isaac* et ses ingénieurs sont assez au courant de la question qui nous occupe pour qu'on puisse leur laisser la latitude de choisir le meilleur emplacement possible en vue de l'établissement de la station sismique en profondeur.

Cet emplacement, ils le savent aussi bien que nous, doit répondre aux conditions suivantes :

1° Facilité d'accès;

2° Innocuité des mouvements de terrains dus à l'exploitation;

3° Innocuité des trépidations qui pourraient être dues aux services du transport et de l'extraction;

4° Absence, autant que possible, de failles importantes entre l'emplacement et les champs d'exploitation les plus grisouteux.

A ce propos, il est utile de signaler ici l'existence d'une faille presque horizontale, s'étendant à 600 mètres environ de profondeur et reportant au Nord les allures supérieures des couches, avec un rejet d'environ 125 à 225 mètres, sinon davantage.

Suivant la situation des principales exploitations au-dessus ou au-dessous de cette faille, il sera bon de donner à la station une position correspondante.

M. *Van den Broeck* se rallie à l'avis de M. *Harzé*, en ce sens qu'il estime également que MM. les ingénieurs du charbonnage de l'Agrappe ont une indiscutable compétence pour la recherche de l'emplacement dont il s'agit. Il serait cependant indispensable que le résultat de ces recherches fût ensuite soumis à l'examen des géologues, pour ce qui concerne particulièrement les questions de leur compétence, qui doivent entrer *largement* en ligne de compte dans le choix définitif à faire.

Incidemment, mais pour donner une idée des considérations d'*ordre géologique* qui auront à être invoquées le cas échéant, il donne lecture de la traduction suivante qu'il vient de faire des pages introductives du rapport de M. *Cl. Reid* signalé tantôt et qui a trait aux multiples éléments, d'ordre purement géologique, dont l'*Association britannique*, par l'organe de la Commission d'*Investigations sismologiques*, vient de reconnaître l'importance dans le choix d'une *station sismique* ayant pour but l'étude des mouvements comparatifs de deux massifs de terrain séparés par une faille.

Le but n'étant pas le même, certaines des conditions dont parle ce document n'ont pas à être requises dans le cas qui nous occupe; mais il n'en est pas de même pour d'autres, qui doivent attirer notre attention, et l'ensemble suggestif de ces conditions requises montre l'importance de la *donnée géologique* dans le choix de l'emplacement destiné à étudier les phénomènes endogènes, quels qu'ils soient.

Choix d'une faille et d'une localité s'adaptant le mieux aux observations sur les mouvements terrestres, par CLÉMENT REID (1).

« Le choix d'un site favorable pour des observations sur les mouvements différentiels se produisant des deux côtés d'une faille présente de nombreuses difficultés, et la localité que nous avons choisie (2) doit plutôt être considérée comme la plus avantageuse que comme une région idéalement parfaite.

» Laissant de côté, dans les présentes considérations, tout ce qui n'est pas d'ordre géologique, il y a certaines conditions dont la plupart doivent être réalisées si l'on veut obtenir des observations de réelle valeur.

» La faille choisie doit être :

» 1° D'amplitude considérable et ne pas consister en un rameau de faille que le prochain mouvement terrestre pourrait aisément laisser non affecté.

» 2° Elle doit être nettement datée et appartenir à une période géologique récente.

» Cette considération est importante, car un mouvement datant du Tertiaire est certainement bien plus en état de progression que ne le serait celui qui se montrerait seulement comme ayant affecté des roches paléozoïques ou secondaires.

» Non seulement dans beaucoup de cas les mouvements anciens peuvent avoir cessé depuis longtemps et avoir donné naissance à d'autres mouvements dans diverses directions, mais aussi une faille qui est restée pendant longtemps sans mouvement tend à se refermer et à se recimenter, de sorte qu'il y a une probabilité très grande que tout mouvement ultérieur ne suivra pas exactement la même ligne, bien que l'effort se fasse dans la même direction.

(1) CLEMENT REID, *On seismological investigation. Selection of a Fault and Locality suitable for observations on Earth-Movements* (Extr. REPORT FOR 1900 OF THE BRITISH ASSOCIATION, pp. 108-118, 5 fig.).

(2) Faille de Ridgeway, à Upway, près Poxwell (île de Wight).

» 3° La fente doit recouper une région avantageusement unie ou horizontale et dans des roches dures, sans quoi les observations pourraient être masquées par le glissement lent et irrégulier de la surface des pentes et, de plus, on n'obtiendrait pas de fondation solide pour les appareils.

» 4° Il est désirable que les roches des deux côtés de la faille, quoique géologiquement séparées, soient autant que possible analogues comme caractères lithologiques, de manière qu'aucun mouvement superficiel dû aux changements de température ou d'absorption des eaux pluviales ne puisse affecter différemment les deux côtés de la faille.

» 5° Dans le but d'éviter des complications causées par de lents phénomènes de dissolution des roches par l'infiltration des eaux, toute faille mettant en présence des roches siliceuses insolubles sera préférée à d'autres.

» 6° Comme les résultats à atteindre peuvent jeter une grande lumière sur les mouvements de la croûte terrestre, il est désirable que la faille choisie pour l'observation appartienne à un réseau de dislocations de grande amplitude ayant des points caractéristiques en commun et affectant une aire considérable. Il est toutefois important que le district choisi ait été étudié soigneusement au point de vue géologique et que sa structure soit complètement connue.

» Ces diverses conditions, s'ajoutant à des considérations de facilité d'accès de la localité, à l'avantage d'un observateur habile, aux avantages du pays et d'autres points secondaires, constituent une série de desiderata non faciles à satisfaire, et je vais maintenant indiquer en quoi l'emplacement du site finalement choisi par nous s'approche très étroitement de l'idéal que nous avons en vue. »

L'auteur conclut ensuite, en choisissant comme champ d'expérience la faille de Ridgeway, à Upway près Poxwell, dans l'île de Wight, et il entre à ce sujet dans une série de considérations inutiles à développer ou même à résumer ici.

M. *le Président* reconnaît également qu'il y aurait utilité à ce que la Géologie soit sérieusement consultée lors de l'adoption des décisions définitives concernant la fixation de l'emplacement de la station sismique.

A ce point de vue, M. *Harzé* signale la compétence toute particulière de M. *Smeysters,* spécialiste dans l'étude des failles, et exprime l'avis que les diverses failles se réunissant en profondeur, tout mouvement venant du Midi peut agir sur l'ensemble du massif.

M. *Larmoyeux* estime que l'emplacement de la station doit se trouver à la plus grande profondeur possible. A l'appui de sa manière de voir, il rappelle les mouvements considérables qui se produisent à la surface du sol et qui ont pour conséquence des affaissements tout aussi importants et même supérieurs à tous ceux signalés à l'intérieur des massifs. Il pense donc qu'il convient de rechercher une région à l'abri de ces affaissements et que, dans ces conditions, plus la profondeur sera grande, moins on sera soumis aux effets de la zone superficielle.

M. *Harzé* se rallie à cet avis et rappelle incidemment cette idée que l'on avait dans certains charbonnages, où l'on ne voulait pas croire aux affaissements, parce qu'il y avait élévation du sol de l'accrochage; il faut donc, ajoute-t-il, rechercher, pour l'emplacement de la station souterraine, un sol reconnu comme ferme, exempt de tout mouvement pouvant être causé par l'exploitation.

M. *Smeysters* exprime cependant ses doutes quant à la production des sismes dans un sol vierge; il appuie sa manière de voir de cette constatation que les mouvements sismiques sont toujours caractérisés dans les régions supérieures, mais non en profondeur. Il se demande, par conséquent, si les sismes se produiront dans les grandes profondeurs du charbonnage.

M. *Larmoyeux* répond par l'affirmative.

M. *Van den Broeck*, après une courte dissertation sur les deux sortes d'ondes auxquelles donnent lieu les tremblements de terre, signale qu'il y a lieu tout d'abord de poser la question de savoir : 1° Dans le cas d'influences sismiques lointaines, auxquelles de ces ondes sismiques il y aurait lieu d'attribuer une action pouvant influer sur les dégagements de grisou? 2° Si c'est à l'influence de sismes lointains répercutés par l'une ou l'autre de ces catégories d'ondes, ou à l'influence de sismes tectoniques, régionaux ou locaux, que doivent être attribués les phénomènes en question? 3° S'il y a lieu d'admettre que les affaissements et mouvements dus à l'exploitation puissent se joindre à ces influences telluriques pour provoquer également des dégagements grisouteux? Ce sont là autant d'éléments primordiaux ou de questions qu'il est seulement possible d'énoncer aujourd'hui, mais que nos recherches expérimentales auront pour but initial de résoudre. Tenant compte du fait, signalé par M. Harzé, de l'existence à 600 mètres dans le massif houiller, auquel appartient l'Agrappe, d'une grande faille horizontale qui le coupe en deux très nettement, on peut se demander s'il ne conviendrait pas d'étudier préalablement les influences et les

mouvements relatifs et différentiels auxquels peut donner lieu cette disposition. On pourrait, par exemple, avant de procéder à l'installation du poste extérieur de Colfontaine, au Sud de la grande faille du Midi, installer, *pendant une période préalable,* le poste de comparaison plus près encore du poste souterrain de l'Agrappe et le disposer sur ou dans le massif supérieur à la faille horizontale de 600 mètres, sous laquelle se trouvera notre poste souterrain. Cette disposition — toute provisoire et temporaire — aurait l'avantage, pense M. Van den Broeck, de nous éclairer utilement sur le rôle de l'importante faille horizontale située à 600 mètres et aussi sur l'influence qu'elle pourrait avoir au point de vue de la répartition et de la différenciation d'effet des phénomènes endogènes. M. Van den Broeck fait remarquer enfin la curieuse analogie qui existe entre cette disposition du massif houiller englobant le site de l'Agrappe avec celle de la région, faillée de la même manière, que présentent le site et la faille de Ridgeway qui ont été choisis à l'île de Wight par le *Comité d'investigation sismique de l'Association britannique.* Le mouvement tectonique qui a provoqué cette disposition à l'île de Wight a été toutefois beaucoup plus important, car la discordance stratigraphique et sédimentaire y est énorme, tandis que les plans du massif houiller du Hainaut que vient de nous montrer M. Abrassart ne dénotent pour les couches affectées par la faille horizontale à 600 mètres qu'un déplacement latéral ne dépassant nulle part 200 mètres.

Il convient toutefois de ne pas perdre de vue que l'analogie générale de disposition nous permet d'espérer que les résultats de l'étude qui va s'effectuer à l'île de Wight, sous le patronage de l'*Association britannique,* peuvent nous être fort utiles pour nos travaux de recherches d'influences endogènes.

M. *Harzé,* croyant comprendre que M. *Van den Broeck* veut transformer l'installation extérieure projetée de Colfontaine, au Sud de la grande faille du Midi, en une installation complémentaire interne dans les parties supérieures du charbonnage de l'Agrappe, dans le même massif, au Nord de la dite faille, exprime ses préférences pour l'organisation d'une station à la surface et sur le massif opposé de la faille du Midi, station dont le choix de l'emplacement est beaucoup plus aisé. Le transfert, suivant les idées que M. *Simoens* a développées dans la communication qui été distribuée en épreuve aux membres du Comité et dont il sera question tout à l'heure, pourrait avoir lieu ultérieurement; mais, actuellement, la proposition sur laquelle nous avons à délibérer comporte une seule installation à profondeur minière au

Nord de la grande faille du Midi, ainsi qu'une autre, extérieure, au Sud de celle-ci. Ce projet est favorable et pratique, et c'est à lui seul, d'après M. Harzé, qu'il y a lieu de se tenir.

M. *Van den Broeck,* tout en n'insistant pas sur le desideratum d'expérimentation différente qu'il préconise, serait cependant désireux, vu le peu de ressources dont dispose actuellement la Société, qui ne lui permettent pas de mettre sérieusement sur pied le poste externe de Colfontaine, de procéder provisoirement à l'organisation, moins coûteuse, d'un second poste souterrain, différemment situé par rapport à la faille horizontale de 600 mètres. Ultérieurement, on s'occuperait de celui, extérieur, à édifier de l'autre côté de la grande faille du Midi, poste dont les installations sont absolument trop coûteuses pour que nous puissions l'organiser actuellement.

La station, soit interne, soit externe, qu'il préconise, *au-dessus* de la faille de 600 mètres dans le massif même de l'Agrappe, pourrait sans doute rendre des services sérieux, tout en n'étant pas munie du coûteux outillage du poste interne sous-jacent.

M. *Lagrange* croit que, pour donner d'utiles résultats de comparaison, tous les postes indistinctement devront être munis des mêmes instruments. C'est malheureusement la question d'argent, le manque de ressources nécessaires qui s'opposent le plus à la réalisation de nos projets, et il faudra bien nous contenter du minimum que nous pouvons efficacement entreprendre.

M. *Lagrange* obtient ensuite la parole pour faire la communication suivante :

Note sur l'état actuel de la question d'organisation d'une station grisouto-sismique au charbonnage de l'Agrappe.

Depuis notre dernière séance, j'ai pu me mettre en rapport, au sujet de l'étude des emplacements possibles de la station sismique souterraine à installer au charbonnage de l'Agrappe, avec M. *Isaac*, directeur gérant de ce charbonnage. J'ai à le remercier ici, ainsi que l'un de ses ingénieurs, M. Abrassart, de l'obligeance extrême qu'ils ont mise à nous renseigner et à nous aider de leurs conseils.

Deux puits s'offrent de manière particulièrement avantageuse pour l'établissement de la station projetée. Le premier est celui dit *n° 1 de Grisœuil,* qui donne accès aux galeries les plus profondes et aussi les plus grisouteuses; il atteint 1 000 mètres de profondeur. Le second est

le puits du *Grand-Trait;* moins profond que le précédent, son étage le plus bas se trouve à 950 mètres, mais il existe deux autres étages, l'un à 600 et l'autre à 400 mètres. A chacun de ces puits et à chaque étage, il est possible de créer l'installation demandée, pour laquelle j'ai précisé les dimensions maxima de 6 mètres sur 1 mètre. On y trouve des culs-de-sac de galeries où l'exploitation a cessé et que l'on pourrait mettre aisément en état de recevoir les instruments, et situés à grande distance des puits où l'on exploite actuellement.

Il me paraît cependant certain que l'étage le plus avantageux, au point de vue de l'inscription des microsismes, est l'étage le plus inférieur. Le sol sur lequel les appareils reposeront sera formé des couches houillères et schisteuses dans lesquelles l'exploitation n'a pas encore pénétré et, conséquemment, sera beaucoup moins sujet que les étages supérieurs aux mouvements accidentels de toute nature, n'ayant aucun rapport direct avec les microsismes en eux-mêmes; et il sera beaucoup plus aisé d'y retrouver et les uns et les autres. Le raisonnement que nous faisons ici suppose que la propagation des microsismes n'est pas purement superficielle; rien ne peut faire penser d'ailleurs, bien au contraire, qu'il en est réellement ainsi; on sait d'une manière absolument certaine que des ondes sismiques traversent le globe de part en part dans sa masse entière; l'épicentre des tremblements de terre étant d'ailleurs toujours situé au moins à quelques kilomètres sous la surface du globe, il faut nécessairement qu'une couche de même épaisseur donne passage aux chocs et aux mouvements oscillatoires avant que ces mouvements se fassent sentir à la surface, et, conséquemment, dans une région très étendue autour du centre d'ébranlement, les mouvements doivent venir des grandes profondeurs. Cela est d'autant plus vrai que l'augmentation de densité que subissent les couches terrestres avec la profondeur a pour effet de relever, comme l'a montré Schmidt (Stuttgart), les lignes de propagation, les rayons sismiques, pour les faire aboutir à peu près normalement à la surface. L'onde superficielle n'est qu'une onde secondaire qui se superpose à la première et qui provient de la limitation même du milieu élastique terrestre.

On pourrait objecter à ceci que dans maints tremblements de terre, alors que la surface était fortement agitée, au fond des mines on ne percevait rien. Le fait est patent et il n'y a rien à y objecter, sauf qu'il ne faut pas en conclure à la propagation superficielle. En réalité, si les mouvements sont *plus* sensibles à sa surface, c'est précisément parce que l'impulsion mécanique n'y est pas contre-balancée par l'inertie des masses supérieures, de sorte que tout en se transmettant vers la surface

ou obliquement vers elle, les mouvements sismiques sont simplement *plus* sensibles vers cette surface que dans les régions plus profondes.

Mais la sensibilité des enregistreurs est telle qu'il n'y a pas lieu de craindre qu'un mouvement quelconque leur échappe, et dans ces conditions, par les raisons de stabilité propres que j'ai indiquées tantôt, il me paraît que l'étage le plus inférieur se présente de la manière la plus favorable.

Mais un choix se présente à faire entre le *Grand-Trait* (950 mètres) et le *n° 1 de Grisœuil* (1 000 mètres). L'hésitation ne me paraît pas plus possible ici que dans la question précédente. Il faut choisir le *Grand-Trait* (950 mètres). C'est auprès de ce puits, en effet, que l'Administration des mines, d'accord avec la Direction des charbonnages de l'Agrappe, va établir le laboratoire pour l'étude du grisou; c'est à l'étage de 400 mètres que sera établie la prise permanente de grisou qui servira aux études de ce gaz; dès lors la comparaison entre les deux ordres de phénomènes pourra s'effectuer de la manière la plus sérieuse et la plus précise et dans les meilleures conditions d'études. Je le répète encore, les enregistreurs micro-sismiques installés à 800 mètres renseigneront aussi bien sur ce genre de manifestations de la physique du globe que s'ils étaient aux étages supérieurs, mais le déchiffrement de leurs données sera probablement beaucoup plus aisé, puisque l'on pourra éviter, en les installant au fond, beaucoup de mouvements d'un caractère accidentel qui viendraient autrement notablement compliquer la solution du problème.

M. *le Président* remercie M. *Lagrange* des renseignements qu'il vient de fournir et donne ensuite la parole à M. *Abrassart.*

Celui-ci, à l'aide de plans détaillés qu'il soumet à l'Assemblée, expose que le niveau le plus convenable pour l'emplacement de la station souterraine est celui de l'étage de 819 mètres; il pourra mettre à la disposition de la Société, à cet étage, un bout de bouveau entièrement opposé à la région des exploitations.

Reprenant l'idée de M. *Van den Broeck* d'installer deux appareils, l'un au-dessous, l'autre au-dessus de la faille horizontale de 600 mètres, il ne peut que s'y rallier; les constatations qu'il lui a été permis de faire au charbonnage de l'Agrappe lui ayant montré que les dégagements se présentent aussi bien au-dessus qu'au-dessous de cette faille.

M. *Van den Broeck*, se faisant l'écho de l'appréciation d'un ingénieur, exprimée lors d'une récente réunion de la Section d'études du grisou, demande si, comme cela a été indiqué dans les profondeurs

de l'Agrappe, on ne se trouvera pas au point maximum de dérangement des couches, défavorable par conséquent à une installation qui réclame un terrain stable.

Tel n'est pas l'avis de M. *Smeysters*, qui démontre que les accidents d'allure des couches sont moins fréquents en profondeur, par ce fait qu'au fur et à mesure que l'on descend, l'allure des couches devient plus régulière dans la région considérée.

C'est également l'avis de M. *Abrassart* qui avance qu'en profondeur, on ne constate guère que des absences de veines par étreinte naturelle de la couche de houille; l'emplacement choisi n'a conséquemment pas à craindre les éventualités dont il vient d'être question.

L'ordre du jour comporte ensuite la discussion qui pourrait être éventuellement soulevée par le texte, fourni ci-dessous, de la lettre adressée à M. le Président par M. *G. Simoens*, du Service géologique, et que le Bureau a invité à assister à la séance, afin de fournir, le cas échéant, des éclaircissements complémentaires qui pourraient lui être demandés.

A propos du choix des emplacements des stations d'observations micro-sismiques et grisouto-sismiques dans la région du Hainaut.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Je viens d'apprendre qu'il a été pris, lors de la dernière séance de la Section du grisou, des décisions importantes. J'ai beaucoup regretté de n'avoir pu assister à cette intéressante réunion et je viens vous faire part des observations que j'y aurais présentées, si je n'en avais été empêché.

J'ai appris qu'il avait été décidé, en principe, d'établir : 1° un poste d'observations sismiques au Sud de la *Faille du Midi* et à une assez grande distance de celle-ci; 2° d'établir un second poste au Nord de la faille et au fond d'un charbonnage.

Ces dispositions, Monsieur le Président, prises en vue de l'enregistrement des sismes de cette région, ne me paraissent pas heureuses.

On n'est pas d'accord sur la valeur tectonique de la faille du Midi, et toute installation d'appareils qui serait basée sur l'une ou sur l'autre des théories en présence risquerait fort de ne pas répondre entièrement au but poursuivi par les promoteurs de l'entreprise.

On a invoqué, lors de la dernière séance, l'opinion que les manifestations dynamiques, dont le bassin houiller a pu être le théâtre, ont pour origine des poussées venant de la région située au Sud de la grande faille.

Dans ce cas, toute perturbation enregistrée au Nord de cette cassure longitudinale ne devrait être que l'écho de perturbations au moins aussi manifestes au Sud de cet accident géologique. Mais étant donnée cette manière d'envisager le problème, l'expérience ne pourrait avoir de valeur qu'à la condition, d'abord, de rapprocher les appareils plus qu'ils ne le sont dans le projet adopté, et ensuite de les disposer à la surface du sol, c'est-à-dire de les placer dans des conditions identiques.

Je pourrais me dispenser d'ajouter, Monsieur le Président, que le poste situé au Sud devrait être construit sur le terrain primaire limité par la faille, et celui du Nord sur le terrain houiller le plus près possible de la cassure et en évitant « les lambeaux de recouvrement ».

Or ces conditions ne me paraissent pas remplies, conditions cependant indispensables pour déceler le processus du phénomène, si l'on admet la propagation tangentielle de l'effort. Quant à moi, je suis porté à admettre que la plupart des mouvements dont le bassin houiller est le siège, trouvent leur origine dans le bassin houiller lui-même et qu'ils ne peuvent qu'exceptionnellement intéresser la région située au Sud de la faille, c'est-à-dire que, suivant ma manière de voir, l'effort aurait lieu plutôt dans le sens radial que dans la direction tangentielle.

Mais, dès lors, il deviendrait indispensable d'établir les appareils dans le même massif houiller, l'un au fond du charbonnage et l'autre à la surface, afin d'étudier l'influence des conditions différentes de milieu dans les manifestations du même phénomène.

Je crois donc, Monsieur le Président, qu'il conviendrait, pour faire bien les choses, de créer dans le centre houiller quatre postes d'observations :

Le *premier* au Sud de la grande faille et le plus près possible de celle-ci.

Le *deuxième* à la surface du terrain houiller en ayant soin d'éviter les « lambeaux houillers de recouvrement ».

Le *troisième* au fond d'un charbonnage, tout en restant dans le même massif houiller que le précédent.

Et le *quatrième* sur un lambeau de recouvrement voisin.

S'il n'était possible d'établir que deux ou trois postes, il faudrait choisir, d'après moi, les deux ou trois premiers dans l'ordre indiqué plus haut et non, par exemple, le premier et le troisième, comme on a cru devoir le proposer lors de la dernière réunion.

J'aurais encore bien des idées à émettre tant sur ces postes du Centre que sur ceux du Brabant et de la Flandre, mais je ne veux pas étendre davantage cette trop longue lettre et je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien agréer l'assurance de mon respect.

G. Simoens.

M. *Smeysters* fait observer, au sujet de cette communication, que le terrain houiller se rencontrant au-dessous de la faille du Midi, on a ici une faille de refoulement, due à toute une série de mouvements, de phénomènes successifs qui se sont terminés par la disposition actuelle de la faille. On exploite, dans certaines régions du terrain houiller franco-belge, *au-dessous* de la faille du Midi, ce qui donne à celle-ci un caractère de chevauchement, de refoulement bien caractérisé. Si donc il se présente encore actuellement des mouvements dans cette faille, il paraît possible qu'ils ne se communiquent pas au massif inférieur fixe par rapport au massif supérieur refoulé.

M. *Van den Broeck* demande à M. *Lagrange* si les tracés des appareils que le Comité se propose d'utiliser permettront de distinguer, facilement et avec sûreté, les influences micro-sismiques d'un tremblement de terre éloigné, du Japon, par exemple, des phénomènes qui s'inscriront d'après les phénomènes tectoniques et autres, régionaux et locaux.

M. *Lagrange* expose qu'en Belgique, il n'y a guère de tremblements de terre tectoniques; en un siècle, la Belgique reçoit cinq ou six mouvements sensibles d'ordre tectonique. Ce que l'on observe le plus, ce sont des microsismes, pour la transmission desquels les failles paraissent indifférentes. C'est surtout dans l'extension des aires affectées par des phénomènes tectoniques régionaux que la disposition des failles acquiert une réelle importance, en ce sens que, tout en étendant, suivant le sens de leur longueur, l'aire des régions affectées, ces failles servent généralement de point de départ aux ondes sismiques et aux phénomènes endogènes corrélatifs qui s'irradient autour d'elles normalement à leur direction.

M. *Simoens* est d'accord pour dire que si l'on avait affaire à des tremblements de terre tectoniques, la question devrait être examinée autrement. Aussi est-ce pour ce motif qu'il demande que l'on installe des appareils répondant parallèlement aux deux points de vue envisagés : enregistrement des phénomènes lointains et à transmission souterraine profonde et enregistrement des phénomènes tectoniques à influences plus régionales et plus localisées dans les parties moins profondes de l'écorce terrestre.

M. *Van den Broeck* rappelle que les derniers travaux de spécialistes tels que *Davison,* en Angleterre, *Credner*, en Allemagne, ont nettement montré, à de multiples reprises, que les tremblements de terre tectoniques ne sont autre chose, en réalité, que les conséquences du processus d'agrandissement, d'extension et de jeu des failles et des lignes de fracture de l'écorce terrestre.

La question de la disposition et de l'allure des failles, celle de leur âge relatif et de leur *vitalité* actuelle ont donc une grande importance lorsqu'il s'agit d'étudier les phénomènes endogènes de toute nature, grisouto-sismiques, telluriques, acoustiques et autres, ayant pour origine des phénomènes d'affaissement ou de mouvement sismique ou vibratoire, d'ordre tectonique.

De même que les actions endogènes d'une région déterminée paraissent être nettement conduites et étendues par la disposition des failles, qui propagent les mouvements terrestres le long de leurs lignes d'axes, de même ne peut-on admettre que la présence de failles *non en action* peut, dans certains cas, constituer une barrière à la propagation de mouvements émanant d'une région voisine soumise au jeu de ses forces tectoniques propres? En un mot, y a-t-il, à côté des failles « vibrantes » qui propagent l'aire des mouvements et des influences sismiques, d'autres failles-barrières pouvant, le cas échéant, s'opposer à la propagation des ondes concentriques émanant des premières?

S'il en était ainsi, l'étude détaillée de nos multiples failles et celle de leurs actions différentielles et divergentes devraient former l'objet d'investigations approfondies, sans lesquelles des conclusions rationnelles et vraiment synthétiques ne peuvent être obtenues dans le domaine des corrélations endogènes cherchées.

M. *Lagrange* pense que l'effet des failles sur les tremblements de terre tectoniques montre très généralement que l'axe du mouvement sismique suit la faille, que celle-ci ne l'arrête pas, mais le dirige.

M. *Van den Broeck* fait observer que cependant les statistiques montrent que parfois des chaînes de montagnes, en corrélation avec des lignes de fracture et de failles, semblent avoir arrêté la propagation transversale d'ondes sismiques émanant des régions faillées voisines servant de source au phénomène.

Ce rôle de barrière a plusieurs fois été dévolu aux Alpes.

M. *Simoens* pense que la faille horizontale de 600 mètres, signalée tantôt dans le Houiller de la région à l'étude, n'est pas liée à celle du Midi; elle n'a rien à voir avec les éléments de structure tectonique qui s'observent au Sud de cette faille.

M. *Van den Broeck*, rappelant qu'en dehors de la grande faille du Midi, il y a dans le Hainaut un mouvement d'affaissement régional continuel qui doit évidemment avoir produit des phénomènes spéciaux et des dispositions tectoniques locales, M. *Forir* pose la question de savoir s'il faut voir là un véritable affaissement?

Ne faut-il pas plutôt considérer ce phénomène comme la conséquence

d'une accentuation lente et continue du plissement du terrain houiller? En ce cas, l'affaissement de la partie centrale du bassin serait combiné avec un relèvement de ses bords. C'est bien là, pense-t-il, ce que l'on observe.

M. *le Président* est d'avis que l'affaissement de la vallée de la Haine est relativement très récent, puisqu'il a affecté la disposition des couches tertiaires telles que l'Éocène du Mont Panisel. M. *Smeysters* estime également qu'il faut admettre dans ces régions l'existence d'un affaissement continu ayant une corrélation avec les failles de la région.

M. *Forir* pense que cette manière de voir n'est pas incompatible avec celle qu'il vient d'exposer.

Revenant à la question pratique des installations à organiser, le Comité est d'accord, au sujet des installations projetées, pour demander, dans le cas où nos ressources ne pourraient s'augmenter, l'aide du Gouvernement. Il restera à examiner, dès que le premier poste sera installé et en fonctionnement à l'Agrappe, s'il n'y aura pas lieu, en vue d'arriver à compléter le réseau de nos installations, de laisser à la *Commission technique* instituée par la Société le soin de diriger les expériences et de désigner les délégués chargés de ce travail.

M. *Van den Broeck* croit cependant qu'une entente devrait être établie avec l'Administration des mines pour permettre, d'accord avec elle et avec son aide, l'étude systématique si importante des variations de l'intensité des dégagements du grisou.

Il serait utile qu'information fût donnée, d'une manière continue et régulière, à notre poste de l'Agrappe, des variations notées autant que possible dans l'ensemble du bassin, variations qui seront à étudier en corrélation avec les indications de nos appareils microsismiques enregistreurs.

M. *Harzé*, ayant appris de M. *Lagrange* que le poste géophysique d'Uccle fonctionne de nouveau, après la fâcheuse interruption qui a privé la Science de ses services, estime qu'on a déjà là une première installation dont l'examen peut donner de précieux renseignements, bien que l'élément *grisouteux* n'y entre pour rien d'une manière directe.

Le Comité ferait chose utile en y faisant une visite.

M. *Van den Broeck* rappelle l'espérance que nous a naguère donnée M. *Urban* de pouvoir établir, probablement aux frais de la Société de Quenast, une station géophysique de comparaison dans cette localité, située dans des conditions géologiques si spéciales et si intéressantes.

puisqu'elle représente l'emplacement d'une injection sous-marine de terrain éruptif datant des temps primaires.

M. *Smeysters* confirme le vif intérêt que présenterait la station de Quenast par son étude comparative avec la constatation des phénomènes endogènes affectant le bassin houiller du Hainaut.

M. *Van den Broeck* annonce qu'une démarche sera faite en temps utile auprès de M. *Urban* pour lui signaler l'utilité et l'*opportunité* de la réalisation actuelle de sa bienveillante et généreuse promesse.

Enfin, relativement à la position des appareils par rapport à la grande faille du Midi, M. *Forir* estime que le poste qui sera placé au Nord de la faille devra s'en écarter le plus possible de façon à être entièrement soustrait aux mouvements affectant uniquement sa lèvre méridionale. Les stations de Quenast et d'Uccle lui paraissent répondre parfaitement à cette condition. De la sorte, il sera possible d'établir nettement la dépendance ou l'indépendance des deux côtés de la grande faille dans les mouvements de l'écorce terrestre en notre pays.

Sur la demande de M. *Lagrange*, il est décidé, à l'*unanimité*, de procéder sans retard à l'installation projetée en profondeur au puits n° 3 Grand-Trait, étage de 819 mètres, à l'Agrappe, près Frameries. Cette installation sera faite après une visite du Comité spécial à la station géophysique d'Uccle, visite qui aura lieu très prochainement.

La séance est levée à 6 h. 30.

ANNEXE A LA SÉANCE DU COMITÉ SPÉCIAL DU GRISOU DU 10 MAI 1901

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

ANALYSE DES VINGT ET UN MÉMOIRES CONSTITUANT LA PREMIÈRE SÉRIE (1897-1900) DES COMMUNICATIONS (*Mittheilungen*) DE LA COMMISSION AUTRICHIENNE DE TREMBLEMENTS DE TERRE, FONDÉE SOUS LES AUSPICES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE.

I. — E. VON MOJSISOVICS, **Berichte über die Organisation der Erdbebenbeobachtung nebst Mittheilungen über während des Jahres 1896 erfolgte Erdbeben** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVI (1897), Abth. I, Heft II, pp. 20-46; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 1).

Le 25 avril 1895, la Classe des sciences de l'Académie a décidé l'institution d'une Commission spéciale destinée à l'étude des tremblements de terre sur le territoire de l'empire d'Autriche-Hongrie. Le but qui lui était assigné était le suivant :

1° Établir un catalogue de tous les tremblements de terre qui ont été enregistrés en Autriche-Hongrie. La Commission a tout d'abord songé à la région des Alpes orientales et a chargé de ce travail le Prof. R. Hoernes, de Gratz. Actuellement, il existe déjà dans cet ordre d'idées un catalogue de Suess pour la Basse-Autriche, de Hoefer pour la Carniole, de Mitteis (sauf 1691-1799) pour la Carinthie. On possède aussi des données de Deschmann pour la Carinthie de 1855 à 1885;

2° Organiser un service d'observation dans tout l'Empire, c'est-à-dire

créer des stations à enregistrement sismographique et un réseau d'observateurs dans chaque province sismique.

La Commission a conséquemment créé les provinces sismiques qu'indique le tableau ci-dessous, et a désigné en même temps les personnes chargées de les diriger et de lui faire annuellement rapport :

I. Basse-Autriche, Noë (Vienne).
II. Haute-Autriche, Commenda (Linz).
III. Salzburg, Fugger (Salzburg).
IV. Steiermark, Hoernes (Gratz).
V. Carinthie, Seeland (Klagenfürt).
VI. Carniole, Seidl (Görz).
VII. Trieste, Mazelle (Trieste).
VIII. Dalmatie, Gelcich (Trieste).
IX. Tyrol allemand, Schorn (Innsbruck).
X. Tyrol welsch, Damian (Trieste).
XI. Bohême allemande, Becke (Prague).
XII. Bohême, Woldrich (Prague).
XIII. Moravie et Silésie, Makowsky (Brünn).
XIV. Galicie, Szajnocha (Cracovie).
XV. Bukowine, Pawlowski (Czernowitz).

Cette première publication contient un rapport succinct de chacun des directeurs de provinces sismiques sur l'organisation à la fin de l'année 1896; elle était déjà achevée partout, sauf en Galicie et en Bukowine, régions d'ailleurs les moins éprouvées par les mouvements sismiques.

II. — F. Becke, **Bericht über das Erdbeben von Brüx am 3. November 1896** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVI (1897), Abth. I, Heft II, pp. 46-61; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 2).

Le 3 novembre 1896, vers 9 heures du soir, un tremblement de terre agita le versement Nord-Ouest de l'Erzgebirge; c'est l'étude de ce phénomène qui fait l'objet du rapport de M. Becke. L'aire éprouvée a la forme d'une ellipse assez bien délimitée et dont le grand axe, d'environ 40 kilomètres de longueur, s'étend de Reitzenhain à Hochpetsch; le petit axe coïncide avec la faille qui suit le versant Est

de l'Erzgebirge de Gorkau à Ossegg (20 kilomètres). Nous avons ici l'exemple d'un phénomène sismique en étroite relation avec un caractère géologique du sol. On sait d'ailleurs, comme nous aurons plusieurs fois l'occasion de le rappeler au cours de ces comptes rendus, le rôle que les failles de diverse nature, comme cela a été établi par Suess et Hoernes, jouent comme points de départ des mouvements sismiques.

III. — F. Becke, **Bericht über das Erdbeben vom 5. Jänner 1897, im Südlichen Böhmerwald** (mit 1 Kartenskizze) *Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVI (1897), Abth. I, Heft III, pp. 103-116; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 3).

Les observations relatives à ce phénomène local ne présentent rien de particulier, et l'auteur ne cite aucun rapport entre le phénomène et la constitution géologique. On n'a ressenti qu'une vibration rapide (*Zittern*), accompagnée et parfois précédée d'un roulement semblable à celui du tonnerre. L'expérience, remarquons-le, semble avoir établi le fait général que la première onde sismique, l'onde à grande vitesse, celle qui donne lieu aux vibrations rapides, est concomitante des bruits sismiques.

IV. — E. Mazelle, **Bericht über die im Triester Gebiete beobachteten Erdbeben am 15. Juli, 3. August und 21. September 1897** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVI (1897), Abth. I, Heft IX, pp. 467-488; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 4).

Ces trois tremblements de terre sensibles sont les premiers qui aient pu être étudiés, dans la région de Trieste, d'une manière scientifique assez complète, grâce à la nouvelle organisation due à l'Académie des sciences. Malheureusement, ni la station de Trieste ni les localités voisines ne possédaient encore d'appareils permettant de déterminer les vraies directions des secousses. On sait que le pendule horizontal, pas plus que les autres sismographes d'ailleurs, ne donne cet élément des phénomènes sismiques. M. Mazelle signale un service important que l'Observatoire de Trieste rend au public et qui a été très utile dans la circonstance : un signal optique, consistant dans un time-ball et un coup de canon annonce le midi, et chaque habitant est mis par là

en situation de régler ainsi d'une manière assez approchée sa montre ou l'horloge de sa demeure. Voilà un service qu'il semble aisé d'organiser à Bruxelles, en installant le signal au sommet du Palais de Justice, qui est aperçu de toute la ville. Le compte rendu de M. Mazelle ne comporte que l'ensemble des renseignements obtenus de différentes personnes sur l'effet des secousses, etc. L'insuffisance de ces données ne lui a pas permis de pousser plus loin l'étude du phénomène.

V. — E. von Mojsisovics, **Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVII (1898), Abth. I, Heft V, pp. 195-435; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 5).

Pendant l'année 1897, la Commission des tremblements de terre, créée en 1895, s'occupa de l'installation de quatre stations sur les huit qui étaient projetées; ce furent celles de Trieste, Kremsmünster, Vienne et Lemberg. A Trieste, M. Ed. Mazelle fut choisi comme directeur; à Kremsmünster, l'astronome Schwab; à Vienne, le directeur de l'Observatoire universitaire, M. Ed. Weiss, et à Lemberg, le Prof. Laska. Toutes ces stations furent munies du pendule horizontal triple de von Rebeur-Ehlert et de l'avertisseur Pfaundler. En outre, les Ministères de l'Instruction publique et des Chemins de fer, sollicités par la Commission, donnèrent des instructions spéciales pour que leurs employés fussent mis en situation de fournir toutes les observations possibles, et les directeurs de provinces sismiques organisèrent des cartes de renseignements qu'ils distribuèrent à leurs observateurs respectifs. Ces progrès d'organisation furent d'une efficacité remarquable, comme en témoigne le nombre d'observations recueillies; on ne signala pas moins de deux cent trois jours de tremblements de terre

Le volumineux rapport de M. Mojsisovics est divisé en quinze chapitres relatifs aux quinze districts ou provinces sismiques que nous avons énumérés plus haut. Nous ne pouvons évidemment en faire l'analyse étendue. Nous citerons cependant en particulier, parce qu'il intéresse spécialement la science belge, le compte rendu fait par le Prof. Seidl des tremblements de terre de la Carinthie et de Görz (sixième province), et particulièrement celui du 5 avril 1897. Le théâtre du remarquable tremblement de terre du 5 avril a été la région de

collines située à l'Est et au Sud-Est de la Carinthie supérieure; il s'est étendu sur un espace de 25 kilomètres de large et de 50 kilomètres de longueur. Ce qu'il y a de plus intéressant à signaler à son sujet, c'est qu'il est un exemple des plus marqués d'un de ces phénomènes sismiques pour lesquels les ondes rapides concomitantes du bruit ont été beaucoup plus ressenties que les ondes à longue période ou ondes ordinairement destructrices. Le phénomène acoustique était tout à fait semblable aux détonations bien connues de l'île de Meleda, qui ont pendant vingt années du XIXe siècle si fortement intrigué les géophysiciens. Il fait penser aussi, comme le dit le rapporteur, aux *mistpoeffers* de la mer du Nord, signalés par M. Van den Broeck, et dont l'origine est fort probablement microsismique. (Voir pp. 104 et 105 du rapport.)

VI. — F. Seidl, **Die Erderschütterungen Laibachs in den Jahren 1851-1886** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVII (1898), Abth. I, Heft VI, pp. 465-492; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, N[r] 6).

Pour répondre à l'un des vœux exprimés par l'Académie des sciences de Vienne, M. Seidl a repris dans ce Mémoire l'étude du catalogue manuscrit, laissé par le météorologiste Deschmann, des mouvements sismiques ressentis dans la Carinthie de 1855 à 1889. En utilisant, à côté de ce catalogue, les données empruntées à Fuchs, à Hoefer, à Kispatic, M. Seidl a en réalité dressé le tableau de l'activité sismique générale dans toute une partie de la région d'affaissement du Nord de l'Adriatique, dans cette partie qui forme le bord Sud du golfe géologique de la Haute-Carinthie. Dans cette région, les environs de Laibach se sont fait remarquer depuis longtemps par leur activité sismique maxima, et, en 36 ans, on a y enregistré 75 jours de tremblement de terre, avec une moyenne conséquemment de 2 par année. Le nombre le plus grand, 9, est relatif à 1868; le suivant, 6, se rapporte à 1870; la période la plus troublée, qui comprend les tremblements de Klana (1870) et Belluno (1873), s'étend de 1868 à 1873. Depuis le grand tremblement de terre de 1893, qui a été étudié spécialement par M. A. Belar, directeur de la station de Laibach, une nouvelle période d'agitation a repris dans la région de Laibach, et cette période dure encore.

VII. — J. Knett, **Verhalten der Karlsbader Thermen während des vogtländisch-westböhmischen Erdbebens im October-November 1897** (mit 1 Kartenskizze, 10 Tafeln und 3 Textfiguren) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVII (1898), Abth. I, Heft VI, pp. 669-698; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 7).

A la suite de ce tremblement de terre, le bruit s'était répandu que le débit des sources de Carlsbad s'était complètement modifié. L'étude complète présente, où l'auteur analyse les diverses influences auxquelles le débit est soumis et en mettant en regard les résultats de mesures directes effectuées pendant l'automne de 1897, montre que l'influence du tremblement de terre a été nulle. Historiquement d'ailleurs, on ne trouve, dans les documents de l'établissement thermal, aucune allusion à un phénomène d'influence semblable relatif à d'anciens tremblements de terre. Ce qui a été rapporté en particulier du tremblement de terre de Lisbonne (1er novembre 1755) est inexact. La phrase terminale du rapport de M. Knett est caractéristique : « Rien n'est plus étranger aux sources thermales de Carlsbad que les tremblements de terre, et cependant notre science actuelle nous dit qu'elles doivent leur existence aux processus de formidables tremblements de terre. »

VIII. — F. Becke, **Bericht über das Graslitzer Erdbeben, 24. October bis 25. November 1897** (mit 8 Karten und 8 Textfiguren) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.,* Wien, Bd CVII (1898), Abth. I, Heft VII, pp. 789-959; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 8).

Pendant la période qui s'étend du 24 octobre au 25 novembre 1897, le Nord-Ouest de la Bohême, le pays de Vogt en Saxe et le Fichtelgebirge ont été soumis à un grand nombre de secousses de différentes forces qui ont, par leur longue durée, fortement inquiété la population. L'auteur de ce travail publie d'abord tous les renseignements qu'il a reçus des correspondants de la région, du géologue Credner, qui a étudié le phénomène en Saxe, ou qu'il a puisés dans des notices publiées par MM. Gümbel et Suess. Il examine ensuite la

répartition géographique des secousses, l'action exercée sur les sources de la région thermale de la Bohême et les relations entre les secousses et la constitution géologique du sol.

Disons quelques mots de cette dernière relation, particulièrement intéressante pour nous.

Lorsque les tremblements de terre sont d'origine tectonique et dus, par exemple, à des mouvements dans les failles d'une région de dislocation, on doit s'attendre, lorsqu'on a affaire à une série nombreuse de secousses réparties sur un temps assez long, à pouvoir reconnaître une similitude dans les aires d'ébranlement. Or, c'est ce qui a été observé dans l'occasion présente. La région ébranlée la mieux marquée est allongée dans la direction WSW-ENE, entre l'extrémité orientale de l'étage granitique du Fichtelgebirge et les environs de Graslitz. C'est précisément la direction de la grande faille de l'Erzgebirg. A côté de cette région, nous devons signaler la ligne Graslitz-Falkenstein, SSE-NNW, qui caractérise une autre région d'ébranlement et qui coïncide avec l'affleurement Ouest du granite de Neudek. Il y a encore à citer la région de Asch-Neuberg, caractérisée par la limite orientale du granit du Fichtelgebirge, qui se dirige parallèlement à la ligne transversale Graslitz-Falkenstein. Il faut en outre remarquer que jamais deux de ces régions n'ont été ébranlées en même temps. Les données recueillies n'ont pas permis de fixer les positions en profondeur des centres d'ébranlement.

Les phénomènes acoustiques ont été très nettement marqués et semblent avoir confirmé ce qui est actuellement connu. Ils débutent par des roulements qui vont en croissant, pendant que l'on ressent les vibrations rapides qui caractérisent la première phase des ondes sismiques. Au moment où le bruit est le plus fort se produit la première et d'habitude la plus énergique des secousses. C'est à cet instant aussi que le mouvement ondulatoire plus lent, autrement dit l'onde principale, se substitue aux ondes transversales rapides ou tremors, comme on les nomme depuis Milne.

L'action des secousses sur les sources, lorsqu'elle a eu lieu, n'a rien offert de nouveau. A Carlsbad, les études du Prof. Knett ont prouvé qu'aucune modification n'avait eu lieu, ni dans le débit ni dans l'aspect. Il en a été de même à Franzenbad.

Les cartes nombreuses qui accompagnent ce beau Mémoire permettent de suivre avec facilité les déductions de l'auteur.

IX. — Woldrich, **Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen, vom 8. April 1898** (mit 1 Kartenskizze) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVII (1898), Abth. I, Heft X, pp. 1179-1207; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 9).

Nous n'analyserons pas ici ce très intéressant travail, car nous avons l'intention d'en reparler, à bref délai, dans une étude relative aux bruits d'origine sismique. Disons seulement qu'il n'est question ici que d'un seul et unique phénomène acoustique, indubitablement d'origine profonde et sans la concomitance de tremblement de terre sensible. La région d'audition avait une étendue considérable, environ 60 sur 160 kilomètres; la distribution des failles, comme pour les tremblements de terre des Alpes orientales que nous signalons plus loin, a joué ici un rôle prépondérant.

X. — E. von Mojsisovics, **Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1898 innerhalb des Beobachtungsgebieten erfolgten Erdbeben** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVIII (1899), Abth. I, Heft IV, pp. 33-325; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 10).

Ce travail est le résumé de l'ensemble des mouvements sismiques observés dans toutes les *provinces sismiques* distinctes, pour chacune desquelles un observateur publie un rapport particulier. Il n'y a rien à y signaler de spécial, sauf une activité sismique générale énergique pendant l'année 1898.

XI. — E. Mazelle, **Die Einrichtung der seismischen Station in Triest und die vom Horizontalpendel aufgezeichneten Erdbebenstörungen von Ende August 1898 bis Ende Februar 1899** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVIII (1899), Abth. I, Heft V, pp. 357-394; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 11).

La station de Trieste a été établie en 1898 par M. E. Mazelle, à la suite d'une décision prise par l'Académie des sciences. On voit par là la part active qu'en Autriche l'Académie des sciences prend au mouve-

ment scientifique, au lieu de se réduire à un rôle relativement passif, comme en France ou en Belgique. Cette station est installée dans une excavation rocheuse due à une ancienne carrière et au milieu du parc de l'Observatoire, donc à une grande distance des causes accidentelles de perturbation. Elle comprend un sismoscope de Pfaundler et le pendule horizontal triple, enregistreur, de von Rebeur-Ehlert. L'auteur donne des détails pratiques très intéressants sur les dispositifs employés. L'éclairage a été une grande difficulté; finalement, on s'est arrêté à l'emploi d'un brûleur à gaz spécial, avec ventilation énergique. Aucune lampe n'a pu donner un service constant de vingt-quatre heures.

Il résulte des observations que la température du local varie en moyenne de 0°09 par jour; quant à l'humidité relative, elle a toujours été considérable, jamais moindre que 83 % et allant jusque 99 %, avec des variations très faibles d'un jour à l'autre.

L'auteur ne donne que les indications relatives aux microsismes d'un caractère non périodique.

XII. — F. Seidl, **Uebersicht der Laibacher Osterdbebenperiode für die Zeit vom 16. April 1895 bis Ende December 1898** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVIII (1899), Abth. I, Heft V, pp. 395-430; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 12).

Ce rapport, s'étendant sur une longue période, offre d'autant plus d'intérêt que l'activité sismique pendant les années 1897 et 1898 a été des plus sensibles en Carinthie; le réseau d'observateurs organisé par l'Académie des sciences a fourni les renseignements les plus précis sur chaque secousse ressentie, et de cette multiplicité de données soumises à un examen comparatif, la science sismologique a à retirer le plus grand profit. Il faut ajouter en outre que, déjà depuis 1895, l'activité sismique en Carinthie semblait s'accroître. Suess a consacré (1896) un rapport spécial au tremblement de terre de Laibach du 14 avril 1895, et c'est grâce à l'organisation de 1896 que cette période d'activité sismique, qui ne semble d'ailleurs pas prête de finir, a pu être suivie de près. Il résulte des observations de Suess que la courbe d'activité sismique a atteint très rapidement (en vingt-quatre heures) son maximum, en 1895, puis qu'elle décroît très lentement, de manière à ne reprendre qu'au bout d'un temps très long sa valeur normale. En 1896, l'intensité était encore très supérieure à cette moyenne.

L'origine de la plupart des mouvements sismiques est à rechercher sous le plateau situé entre Laibach et Woditz, et ne semble pas s'étendre sur plus d'une dizaine de kilomètres; le caractère des mouvements est tectonique, d'après Suess, et peut-être faut-il croire à un tremblement tectonique d'affaissement.

Notons encore en passant les observations de l'auteur au sujet du caractère de *relai* que certaines secousses ont paru offrir. Il cite à ce sujet les travaux de Klugge, à propos des tremblements de terre de 1850 à 1857, dans le Haut-Rhin. von Lasaulx s'est occupé aussi de ce genre de phénomènes, comme le rapporte Hoernes (*Erdbebenkunde*, p. 416). C'est à ces auteurs qu'il faut recourir, si l'on veut étudier cette classe spéciale de phénomènes sismiques. On trouvera également dans ce travail de Seidl quelques considérations relatives aux relations entre la structure géologique et les lignes de propagation sismiques.

XIII. — R. Hoernes, **Bericht über das obersteirische Beben vom 27. November 1898** (mit 2 Kartenskizzen) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVIII (1899), Abth. I, Heft V, pp. 443-471; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 13).

Le tremblement de terre de la Styrie du 27 novembre 1898 a été assez énergique pour réveiller les habitants d'une région étendue (il s'est produit, en effet, vers 1 h. 30 du matin, H. E. C.), mais n'a pas causé de dégâts matériels. Les renseignements recueillis sont assez peu nombreux, eu égard à l'heure elle-même, mais cependant, grâce aux données d'ensemble fournies par les tremblements précurseurs et terminaux (*Vor-* et *Nachbeben*), M. R. Hoernes a trouvé ici les éléments d'un mémoire des plus intéressants, surtout au point de vue des relations entre les lignes sismiques et la structure géologique. Nous reprendrons cette question en analysant maintenant son second Mémoire.

XIV. — R. Hoernes, **Bericht über die obersteirische Beben des ersten Halbjahres 1899** (mit 3 Kartenskizzen) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CVIII (1899), Abth. I, Heft VIII, pp. 617-686; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 14).

Les trois tremblements de terre principaux : 1, 7 et 29 avril 1899, ont, comme le montre un simple coup d'œil sur les cartes jointes au Mémoire, même région d'extension et, à l'intensité près, une même

origine. Celle-ci doit être cherchée dans le voisinage de Leoben, localité qui, comme l'enseigne l'histoire, a été souvent sujette à ce genre de phénomènes. Nous rappellerons seulement celui du 6 février 1795, qui y a causé beaucoup de ruines.

On ne pourrait dire, vu le manque de renseignements précis, si le centre des mouvements sismiques a été *exactement* le même dans les deux cas. On sait bien qu'en 1794, Leoben a été fortement éprouvé, mais les renseignements précis manquent relativement à Saint-Michaël et à Saint-Stephan qui, en 1899, ont été les localités les plus secouées. On peut caractériser l'intensité des phénomènes observés par l'échelle de Forel. C'est en cette région, sur la ligne de la Mur, signalée déjà par Suess, que se trouve l'origine des ébranlements.

On peut même préciser et dire que cette origine se trouve dans la partie de la ligne de la Mur comprise entre Knittenfeld et Leoben, c'est-à-dire dans cette région où la ligne Palten-Liesing se rattache à la ligne de la Mur et se prolonge par la ligne de la Mürz. Dans le compte rendu du tremblement de terre du 27 novembre 1898 (*Mittheilungen der Erdbeben-Commission,* XIII), M. Hoernes avait déjà signalé le parallélisme entre ces lignes sismiques et les limites méridionales du massif de la Bohême, et, depuis, le professeur Diener est revenu avec détails sur ce point dans un mémoire sur la structure des Alpes (*Pet. geog. Mittheilungen*, 1899, Heft IX). Mais comme ce fait spécial est le but même de cette note, nous en rappellerons les données.

L'influence que le massif de la Bohême a exercé sur la structure des Alpes orientales ne s'est pas traduite dans l'aspect extérieur de la chaîne. C'est seulement dans la zone calcaire des Alpes que l'on rencontre de grandes failles, qui pénètrent jusqu'au Trias inférieur et qui présentent un parallélisme tout particulier avec les limites méridionales du massif du la Bohême. Il en est surtout ainsi du grand arc ouvert vers le Nord, qui a ses extrémités à l'Ouest vers Gmunden et à l'Est à Mödling, et son sommet à Windischgarsten et Reifling. La zone des grauwackes, au Sud de la bande calcaire, a une forme tout à fait semblable et comprend la ligne Palten-Liesing et celle de la Mürz; enfin, encore plus au Sud, la zone des gneiss présente encore la même forme, comme M. Vacek l'a montré (*Ueber den geol. Bau der Centralalpen*, VERHANDL. DER GEOL. REICHSANSTALT, 1886, p. 73). Il résulte de là que les lignes sismiques longitudinales de l'Enns, de Palten-Liesing, de la Mur et de la Mürz sont en relation intime avec la tectonique de la région tout entière, puisqu'elles deviennent en quelque sorte les directions générales des formations.

Les lignes sismiques de la Mur et de la Mürz avaient d'ailleurs été remarquées déjà par Suess et caractérisées par de nombreux tremblements de terre, dont les principaux sont ceux du 4 mai 1201 et du 8 mai 1267.

A ces lignes sismiques longitudinales, il faut joindre des lignes transverses. Une des principales est la ligne sismique de Kamp, à laquelle il faut, d'après Suess encore, rapporter les tremblements de terre des 29 juin et 15 septembre 1590 et du 3 janvier 1873.

Une autre ligne semblable semble aussi avoir déterminé, d'après Suess (*Antlitz der Erde*, I, p. 108), le tremblement de terre du 17 juillet 1896, qui se fit sentir à Scheibbs, Kindberg et jusque Persenbeug, au bord du massif bohémien. Mais ce qui est à remarquer principalement dans le cas des trois tremblements de terre d'avril, c'est que les secousses se sont propagées vers le Sud-Est jusque dans le paléozoïque de Gratz, au travers de la chaîne des petites Alpes. La tectonique connue de la région ne donne pas l'explication complète de ce phénomène. Cependant, il est à présumer que cela est dû à l'existence de lignes sismiques transverses encore inconnues, normales à la chaîne des Alpes, et semblables à celle de la Kamp, qui n'a été reconnue coïncider avec un décrochement (*Blattbruch*) que dans ces dernières années, quoiqu'on la connût comme ligne sismique.

En résumé, l'étude que M. Hoernes vient de consacrer aux tremblements de terre de la Styrie supérieure pendant l'année 1899 est du plus haut intérêt, et sa lecture est bien propre à mettre le lecteur au courant des idées actuelles sur les relations entre la tectonique et les lignes sismiques. La région en question est, peut-on dire, classique sous ce rapport.

XV. — F. SCHWAB, **Bericht über Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft II, pp. 19-70; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 15).

La station de Kremsmünster est due, comme celle de Trieste, à l'intervention scientifique de l'Académie des sciences de Vienne, et M. Schwab y a installé, comme M. Mazelle à Trieste, un avertisseur sismique de Pfaundler et un pendule de Ehlert. Le premier appareil semble n'avoir rendu aucun service. L'installation a été faite dans une cave de l'Observatoire, où se font en même temps les observations

magnétiques de variation. La question de l'éclairage s'est aussi présentée ici comme un problème difficile à résoudre; dans l'impossibilité d'utiliser gaz ou électricité, et même la benzine, on a employé une simple lampe à pétrole, mais avec une lanterne spéciale remplaçant celle fournie par les constructeurs Bosch. Les pendules, qui avaient une durée d'oscillation de 7 à 8 secondes, ne restant jamais en repos et les corrections s'effectuant difficilement, l'observateur a été forcé de réduire cette durée à 4 à 5 secondes, au détriment de la sensibilité. Au dire de M. Schwab, l'enregistrement des sismes s'est présenté à Kremsmünster dans de très mauvaises conditions. Pendant les mois d'hiver, les pendules sont continuellement agités et sans relation avec le vent ou avec les variations de température. Il semble y avoir une relation entre ces mouvements et l'approche des dépressions (720 à 740 mm.) ou une variation rapide, mais non locale, des pressions barométriques. Remarquons, à ce sujet, que la question vient précisément d'être traitée par M. Günther, à un point de vue d'ailleurs plus général. (*Beiträge zur Geophysik,* Bd II, pp. 71-152.)

XVI. — F. Noë, **Bericht über das niederösterreichische Beben von 11. Juni 1899** (mit 1 Kartenskizze) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft II, pp. 71-86; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 16).

Il s'agit d'un tremblement de terre *local.* Le centre se trouvait dans le voisinage de Pottendorf-Landegg. Il a été ressenti par secousses en ces endroits, ainsi qu'à Günselsdorf et Weigelsdorf, près de la Leitha. Dans la plupart des localités, il a été ondulatoire. L'intensité variait entre 3 et 5 (Forel).

Le centre se trouvait à 16 kilomètres de Wiener-Neustadt, centre sismique d'après Suess.

Une carte est jointe à ce travail.

XVII. — E. Mazelle, **Erdbebenstörungen zu Triest von 1. März bis Ende December 1899** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft II, pp. 89-140; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 17).

L'auteur donne les températures tous les cinq jours au $^1/_{10}$ de degré, l'humidité absolue ou relative, les durées d'oscillation des pendules

pour chaque mois (8 à 9 secondes), les constantes de réduction en secondes d'arc, la liste des perturbations en temps E. C. au nombre de 165 principales, en tout 171.

XVIII. — VON MOJSISOVICS, **Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1899 innerhalb des Beobachtungsgebieten erfolgten Erdbeben** (mit 2 Tafeln) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft III, pp. 151-314; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, Nr 18).

Ce rapport général embrasse toutes les observations faites en Autriche-Hongrie pendant l'année 1899. Pendant cette année, l'agitation sismique en Carinthie a diminué, mais elle a subi un accroissement en Dalmatie, province sismique nouvelle dont M. le Prof. Albin Belar, de Laibach, a été nommé rapporteur. La station de Trieste s'est enrichie d'un pendule vertical de Vicentini, dont l'étude servira à guider l'Académie des sciences dans ses décisions ultérieures relatives aux autres stations. Actuellement, c'est le pendule d'Ehlert qui est installé partout. Disons, à ce sujet, que les provinces sismiques actuelles sont les suivantes :

I. Basse-Autriche, *rapporteur :* F. NOË (Vienne).
II. Haute-Autriche, *rapporteur :* COMMENDA (Linz).
III. Salzburg, *rapporteur :* FUGGER (Salzburg).
IV. Steiermark, *rapporteur :* HOERNES (Gratz).
V. Kärnten, *rapporteur :* SEELAND (Pritschitz).
VI. Krain et Görz-Gradisca, *rapporteur :* SEIDL (Görz).
VII. Trieste, *rapporteur :* MAZELLE (Trieste).
VIII. Istrie, *rapporteur :* FAIDIGA (Trieste).
IX. Dalmatie, *rapporteur :* BELAR (Laibach).
X. Tyrol et Vorarlberg, *rapporteur :* SCHORN (Innsbrück).
XI. Tyrol italien, *rapporteur :* DAMIAN (Trieste).
XII. Bohême allemande, *rapporteur :* UHLIG (Prague).
XIII. Bohême, *rapporteur :* WOLDRICH (Prague).
XIV. Moravie et Silésie, *rapporteur :* MAKOWSKY (Brünn).
XV. Galicie, *rapporteur :* SZAJNOCHA.
XVI. Bukownia, *rapporteur :* PAWLOWSKI (Czernowitz).

Dans ces trois dernières provinces, on n'a rien signalé en 1899.

XIX. — E. Mazelle, **Die tägliche periodische Schwankung des Erdbodens zu Triest** (mit 5 Tafeln) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft VII, pp. 527-651; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 19).

Le mémoire de M. Mazelle constitue, je pense, après les travaux de R. Ehlert, la première étude nouvelle sur la variation diurne de la verticale, découverte par von Rebeur, étudiée par lui à Strasbourg, à Potsdam, à Orotava et à Wilhemshaven. Il offre donc le plus vif intérêt, non pas spécialement pour le géologue, mais bien pour le géophysicien. Les recherches sismiques ont une extrême importance au point de vue de la géodésie, indépendamment de l'aide qu'elles pourront donner pour la solution des nombreux problèmes qui se rattachent à la propagation des ondes dans le sol ou dans la masse interne du globe. Nous ne pouvons d'ailleurs analyser ici ce travail d'un caractère tout spécial, et nous nous bornerons à en signaler l'importance. Il a établi, en général, d'une manière plus précise encore qu'Ehlert ne l'a fait, la concordance entre la grandeur absolue des déviations et les variations de la température d'un mois à l'autre.

XX. — J. Knett, **Ueber die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen** (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft IX, pp. 700-734; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission,* 1ste Folge, Nr 20).

L'étude, cependant encore bien peu avancée à l'heure actuelle, des tremblements de terre, a appelé l'attention spéciale des géophysiciens sur les phénomènes acoustiques qui les accompagnent souvent et les a amenés à cette conviction peu prévue que les phénomènes acoustiques sont souvent indépendants des phénomènes d'ébranlement mécanique proprement dits; en d'autres termes, il existe des phénomènes acoustiques sans tremblement du sol comme des mouvements sismiques non accompagnés de bruits. Dans la plupart des cas cependant, lorsque, bien entendu, il s'agit de mouvements sensibles, on observe la concomitance des deux genres de phénomènes, mais souvent l'importance de l'un ne semble pas en rapport avec celle de l'autre. M. l'ingénieur Knett range tout d'abord dans cette catégorie spéciale de phénomènes acoustiques, les *mistpoeffers* de la mer du Nord, sur lesquels M. Van den Broeck a appelé depuis quelques années l'attention du monde savant; il en rapproche aussi les « Bramidos » de Guanoxuato, que l'on y a entendu du 9 janvier au milieu de février

1784; les détonations de Villaga, près de mont Tomatico (Italie), en 1851, étudiées par Haidinger; les détonations de l'île de Méléda (Dalmatie) de 1822 et 1825, dont un certain nombre ont été concomitantes de mouvements du sol, etc.

Il établit, sur l'étude d'ensemble de ces phénomènes, une « théorie » des détonations, considérées comme faits particuliers, distincts des tremblements de terre proprement dits. Comme nous l'avons dit à propos du travail de M. Seidl, nous reprendrons ces considérations dans un travail spécial; la question des bruits d'origine interne prend une importance de plus en plus marquée dans l'esprit des géophysiciens, et nous n'en voulons pour preuve que le mémoire en cours de publication que M. le prof. Günther, de Munich, leur consacre sous le titre de *Akoustisch geographisch Probleme* (Munich, 1900) et dont nous parlerons également dans notre étude.

XXI. — J. Knett, **Bericht über das Detonations Phänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899** (mit 2 Tafeln) (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, Bd CIX (1900), Abth. I, Heft IX, pp. 755-767; *Mittheil. d. Erdbeben-Commission*, 1ste Folge, N° 21 et dernier).

Il s'agit ici d'un phénomène acoustique, auquel on peut appliquer dans son sens tout à fait exact la désignation de détonation; il a été perçu dans une région assez étendue de la Bohême, avec mouvement sismique en certains lieux et comme manifestation unique dans un grand nombre d'autres. L'auteur cherche, en s'appuyant sur les documents nombreux qu'il a pu recueillir, à déterminer, à l'aide de la théorie de Smidt (Stuttgart), le foyer originaire et, ce qui est plus intéressant encore, la cause exacte du phénomène. Comme nous le disons plus haut, nous aurons l'occasion d'y revenir. E. L.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Éruptions, tremblements de terre et coups de grisou.

Monsieur Van den Broeck, à Bruxelles.

Cher Monsieur,

Il s'est passé dans ces derniers jours un ensemble de phénomènes que nous ne saurions laisser dans l'ombre, étant donné que dans nos communications à l'Académie nous avons toujours établi la relation qui existe entre les éruptions volcaniques, les tremblements de terre et les coups de grisou. Tous ces phénomènes viennent pour ainsi dire de se donner rendez-vous dans la dernière semaine.

Mardi matin, entre 8 et 9 heures, on a ressenti, dans plusieurs villages de la Haute-Alsace, une secousse de tremblement de terre qui a été assez forte pour effrayer les populations, notamment à Rixheim, à Oberanspach, à Altenswiller, à Blotzheim. Dans quelques églises, les cloches se sont mises à sonner; à Mittelmüspach on a entendu des grondements de tonnerre et deux hangars se sont écroulés.

Le phénomène a duré cinq à dix secondes; l'oscillation était du Nord-Ouest au Sud-Ouest.

Des secousses de tremblement de terre ont également été constatées en Espagne, à Grenade, à Malaga et à Motril. Les habitants, pris de panique, ont pris la fuite. Plusieurs murs ont été renversés, mais il n'y a eu aucune victime.

Enfin on a télégraphié aujourd'hui même de Coni (Italie) qu'un tremblement de terre a été ressenti ce matin, à 4 heures 59. Il a provoqué une vive panique, mais n'a causé aucun dommage. La même secousse a été remarquée à Turin.

D'autre part, les phénomènes volcaniques ont été constatés aussi.

Des télégrammes officiels de Batavia annoncent une violente éruption du volcan Loet ou Kaloet, situé à la limite des résidences de Kediri et de Pasoeroean.

Le volcan lance des torrents de cendres et de boue sur toute la partie orientale de Java, c'est-à-dire sur les résidences de Kédiri, Madioen, Socrakarta, Djorkjaarta, Kedoe et Semarang.

Les habitants de Blitar se sauvent dans la direction de Toelongagoeng, et les communications avec les plantations du Wlingi sont interrompues.

Il est encore impossible de présumer quelle sera l'importance des dégâts.

Dans le cours du dernier siècle, on a déjà eu à enregistrer six fortes éruptions du Kloet, qui ont dévasté une partie assez considérable de l'île, depuis couverte de lave et absolument improductive.

La dernière éruption, en 1875, a fort éprouvé le district de Blitar, détruit beaucoup de plantations et fait périr une partie du bétail et de la population.

En réalité, il faut constater une grande activité sismique, en même temps qu'un orage gazeux dans la croûte terrestre.

Voici enfin l'explosion de grisou de Cardiff, qui a fait tant de victimes. Trois corps carbonisés ont seul pu être retirés au premier moment.

Quatre ouvriers ont été retirés vivants, mais on ne croit pas qu'ils puissent survivre à leurs blessures; ils ont pu cependant raconter qu'il y a eu non pas une, mais trois explosions, qui furent d'une violence inouïe. Des jets de flamme et des tourbillons de fumée enveloppèrent immédiatement les malheureux travailleurs. Personne n'eut le temps de gagner une issue et tous ceux qui ont péri ont dû mourir à la place même où ils se trouvaient.

Soixante-dix-huit ouvriers étaient descendus dans la mine de Senchenydd; neuf cadavres ont été trouvés dans les décombres. Il reste donc soixante-cinq hommes ensevelis, qu'il est impossible de sauver. Les travaux de déblaiement ne peuvent se faire qu'avec la plus extrême prudence.

La mine n'est qu'un amas de décombres. La chaleur qui se dégage dans les galeries intérieures non endommagées de la mine est telle que les équipes de secours ont dû plusieurs fois abandonner leur travail de déblaiement et remonter à la surface.

Cette catastrophe est une des plus lamentables qu'on ait vu se produire dans le district minier de Cardiff depuis de longues années.

Vous avez, en outre, la catastrophe de Belgique, dont je ne vous parle pas.

Il n'est pas trop tôt que des observatoires sismiques, destinés à prévenir les bassins houillers des orages internes, viennent faire tenir sur leur garde une population de 5 à 600 000 mineurs européens.

C'est une tâche des plus importantes et pour laquelle, grâce à une activité sans limites et à un corps savant vraiment ami du progrès, vous pourrez obtenir certainement des résultats profitables pour l'humanité.

Francis Laur.

(*L'Écho des mines et de la métallurgie,*
30 mai 1901, pp. 644-645).

SÉANCE MENSUELLE DU 21 MAI 1901
SPÉCIALEMENT CONSACRÉE A L'HYDROLOGIE.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

En ouvrant la séance, M. le *Président* est heureux de faire part à l'Assemblée des distinctions honorifiques qui viennent d'être décernées à quelques-uns de nos confrères par la *Société géologique de Londres*, dont le fascicule du 2 mai nous apporte ces bonnes nouvelles, datant du 15 février dernier :

M. *Ch. Barrois* a reçu la médaille WOLLASTON et M. *Traquair* la médaille LYELL; M. *G. Dollfus* a été nommé *membre étranger* et MM. *A. Issel, E. Koken* et *F. Sacco* ont été élus *membres correspondants étrangers. (Applaudissements.)*

Correspondance :

M. le *Gouverneur du Brabant* nous exprime ses remerciements pour l'envoi qui lui a été fait, ainsi qu'à la Bibliothèque du *Conseil supérieur d'hygiène,* du travail de M. *A. Rutot*, intitulé : « A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France. »

M. *Casse,* ingénieur civil, exprime le désir de faire à la Société une communication sur les sables boulants.

M. *Klement* se met à la disposition de la Société pour l'analyse des articles de nature à nous intéresser, plus particulièrement du *Zeitschrift für praktische Geologie. (Remerciements.)*

M. *Walter de Selys Longchamps* nous a envoyé quatre-vingts exemplaires de la notice commémorative consacrée à M. le baron *Michel-Edmond de Selys Longchamps,* son père, notre très honoré et regretté confrère. *(Remerciements.)*

La *Commission internationale du Congrès des ingénieurs,* qui se tiendra à *Glascow en 1901,* nous a fait parvenir un exemplaire du programme du Congrès, auquel elle désirerait voir la Société envoyer un délégué.

L'Assemblée décide de porter à l'ordre du jour de la prochaine séance la nomination d'un délégué à ce Congrès.

M. *Cuvelier* nous remet le manuscrit d'une bibliographie du « boulant » dressée d'après la collection complète de la première série (1843-1893) des *Annales des Travaux publics de Belgique.*

M. le *Secrétaire général* attire l'attention de ses confrères sur l'intérêt que présente ce travail bibliographique ainsi compris, qui constitue un tout, puisqu'il embrasse l'ensemble des publications d'une revue technique depuis son origine.

La Société doit se féliciter de ce travail, qui sera publié en annexe au procès-verbal de la séance spéciale du 30 avril, et il espère que l'exemple donné par M. *Cuvelier* sera suivi par ceux de ses confrères qui s'intéressent à cette question. Il est heureux de pouvoir annoncer que notre confrère, M. *Van Bogaert,* vient de nous offrir également son précieux concours, et il insiste vivement pour que ses collègues s'attachent à élaborer des études monographiques de la bibliographie du « boulant » basées sur le dépouillement méthodique et complet de revues déterminées. C'est de cette façon seule que l'on parviendra à réunir les éléments, immédiatement publiables, de la bibliographie des travaux si nombreux publiés sur ce sujet, contenus dans les revues techniques, où ils se trouvent éparpillés et souvent cachés sous de multiples rubriques très diverses.

Nous avons reçu de notre confrère, M. *Jérôme,* le catalogue de la collection de fossiles jurassiques, devoniens et siluriens, délaissés par notre collègue, feu *Victor Dormal.*

Ce catalogue est tenu à la disposition de ceux de nos collègues qui désireraient en obtenir communication à l'adresse indiquée ci-dessous.

Les collections peuvent être visitées à Villers-devant-Orval par Florenville (province de Luxembourg), en s'adressant à Mme veuve Victor Dormal.

S'adresser pour plus amples renseignements à M. *Jérôme,* professeur l'Athénée royal d'Arlon (province de Luxembourg).

M. le Prof. *F. Sacco* a envoyé le manuscrit d'un travail intitulé : *Observations géologiques relatives à un projet de captage et d'adduction d'eau potable des vallées de Lanzo à Turin, 1900.*

Cet exposé sera publié dans le procès-verbal de la séance.

M. le *Secrétaire général* fait connaître à l'Assemblée les heureux résultats obtenus en faveur de nos projets de l'étude du grisou. Les démarches qu'il a faites récemment nous ont valu de la part des membres du *Comité de patronage* de notre Section permanente d'étude du grisou des dons généreux, qui nous permettent de procéder sans retard aux installations : 1° d'une station grisouto-sismique dans les régions profondes du charbonnage grisouteux de l'Agrappe; 2° d'une station extérieure de comparaison à proximité dans le bois de Colfontaine; 3° d'une station géophysique à Quenast et, enfin, probablement de deux stations à Liége, l'une grisouto-sismique, l'autre extérieure et géophysique de comparaison.

Avec la station géophysique, déjà existante, d'Uccle, due à l'initiative de M. le Prof. Eug. Lagrange et à la généreuse intervention de M. *E. Solvay*, ces postes constitueront un réseau d'observations géophysiques et grisouto-sismiques qui sera sans rival au monde.

M. le *Secrétaire général* croit être l'interprète de tous ses collègues en leur demandant de voter des remerciements aux généreux donateurs, MM. *Beernaert, Montefiore-Levi, Ad. Urban, Greiner* et *Isaac,* qui viennent de permettre à la Société la réalisation du projet d'études grisouto-sismiques qu'elle a formulé depuis 1898. (*Approbation unanime.*)

M. le *Président* associe à ces marques de sympathie M. le *Secrétaire général,* à l'activité et au zèle duquel est dû, en grande partie, le succès de l'œuvre entreprise.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau un exemplaire du fascicule III du *Bulletin* de 1901, contenant les procès-verbaux des séances de mars et avril. Ce fascicule sera distribué incessamment.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3313. **Marboutin, Félix.** *Nouvelle méthode d'étude des eaux de sources.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 27 pages et 1 planche.

3314. **Laube, Gustav. C.** *Der Schwimmsand-Einbruch von Brüx.* Prague, 1896. Extrait in-8° de 11 pages.

3315. **Rahir, Edmond.** *La Lesse ou le pays des grottes.* Bruxelles, 1901. Volume in-8° de 258 pages, 1 carte et 57 photographies.

3316. **de Lapparent, A.** *Vers les pôles.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 30 pages.

3317. **Doudou, Ernest.** *Nouvelles explorations dans les cavernes de la vallée de la Méhaigne.* Soignies, 1901. Extrait in-8° de 4 pages.

3318. **van Ertborn, O.** *Quelques mots sur les sables à « Pectunculus Menardi » d'Anvers et de sa banlieue.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 3 pages.

3319. — *Des dépôts quaternaires dans la province d'Anvers et le pays de Waes et de deux gisements fossiles remarquables qu'ils renferment.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 8 pages.

3320. — *Sur l'allure générale des grands bancs d'argile dans le « Centre-Nord » de la Belgique.* Bruxelles, 1898. Extrait in-8° de 6 pages.

3321. — *Les sables sous-jacents à l'argile rupelienne à « Septaria », au sujet du projet de distribution d'eau de la ville de Saint-Nicolas.* Bruxelles, 1899. Extrait in-8° de 3 pages.

3322. **Dollo, Louis.** *Sur l'origine de la Tortue Luth* (Dermochelys coriacea). Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 26 pages.

3323. **Gevaert, E.** *Rapport de la Commission chargée d'ouvrir une enquête sur les conditions d'emploi de la pierre dite de « Gobertange » et d'exploitation des carrières qui la produisent.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 22 pages et 1 carte. (2 exemplaires.)

3324. **Petit, P.** *Note sur un autocapteur ou appareil servant à effectuer automatiquement, de façon continue, des prises d'air grisouteux ou de gaz quelconques.* Paris, 1896. Extrait in-8° de 11 pages et 1 planche.

3325. — *Étude sur l'aérage des travaux préparatoires dans les mines à grisou.* Saint-Étienne, 1900. Extrait in-8° de 465 pages et 13 planches.

3326. **Mieg, Mathieu.** *Note sur une station de l'époque paléolithique, découverte à Istein* (Grand-Duché de Bade). Nancy, 1901. Extrait in-8° de 4 pages.

3327. **Choffat, P.** *Sur l'âge de la teschénite.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 3 pages.

3328. **Boulenger, G.-A.** *Les poissons du bassin du Congo.* Bruxelles, 1901. Volume in-8° de 532 pages et 25 planches.

3329. **Lemaire, Ch.** *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État Indépendant du Congo, du 4 août 1898 au 2 septembre 1900* (1er mémoire). Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 68 pages, photographies, tableau et aquarelle.

2° Extraits du Bulletin de la Société :

3330. *** *La question des matériaux de construction à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.* 1897, 40 pages comprenant diverses notices. (2 exemplaires.)

3331. **Moulan, C.-T.** *Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux.* 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)

3332. **Rutot, A.** *A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France.* 1901, 24 pages. (2 exemplaires.)

3333. — *Le nouveau puits artésien de l'arsenal de Malines.* 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)

3334. **Van den Broeck, E.** *Quelques remarques au sujet des résultats fournis par les puits de Gand et de Beernem.* 1901, 5 pages. (2 exemplaires.)

3335. **Vanhove, D.** *Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand, et sur celui de Beernem, près de Bruges.* 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)

3° Périodiques nouveaux :

3336. *Proceedings of the Royal Society of Victoria.* Melbourne, XII, 1899-1900, part. I et II; XIII, 1900-1901, part. I et II.

3337. *Communicaciones del Museo nacional.* Buenos-Aires, I, 1898-1901, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8.

3338. *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle.* Bruxelles, I, 1900. (fascicules I et II.)

Communications des membres :

M. *Ad. Kemna* fait la communication suivante :

M. Ad. Kemna. — La situation actuelle de la question des eaux à Paris.

La fin de l'année passée a vu en France la publication de deux documents importants sur la question des eaux : les instructions nouvelles du Comité consultatif d'hygiène et les travaux de la Commission de l'observatoire municipal de Montsouris sur les eaux de la Vanne et de l'Avre, qui alimentent Paris.

Le Comité consultatif est la plus haute autorité hygiénique en France; les sommités scientifiques en font partie, et il suffit de citer le nom de Brouardel, entre beaucoup d'autres, pour comprendre toute l'importance qui s'attache aux décisions de ce corps administratif. Notre Président, M. Rutot, a fait ressortir les principes qui ont guidé le Comité dans l'élaboration des nouvelles instructions : l'intervention de la Géologie comme élément primordial dans l'étude des distributions d'eau, la reconnaissance officielle de l'importance de cet élément d'appréciation. Cette reconnaissance officielle, M. Rutot voudrait l'obtenir également en Belgique, et il proposait par conséquent la France comme l'exemple à imiter. Dans la discussion qui a suivi, tout le monde s'est trouvé d'accord avec notre Président pour applaudir à l'initiative du Comité consultatif; il n'y a pas eu sur ce point la moindre discordance; car les observations de M. Putzeys avaient uniquement pour but de rappeler que, en pratique et sans règlements officiels, le géologue est consulté en Belgique; d'où résulte, pour l'alimentation de nos villes, une situation beaucoup plus satisfaisante généralement que ce n'est parfois le cas en France. En outre, M. Putzeys signalait le danger des sources dites vauclusiennes, dont un rapport annexe tolérait l'emploi, malgré l'insuffisance reconnue du filtrage à travers le calcaire fissuré et l'inefficacité des mesures de protection proposées, par exemple le comblement des bétoires d'engouffrement. A son tour, M. le président Rutot s'est rallié à cette manière de voir.

Le travail de la Commission de Montsouris sur l'Avre et la Vanne a été également l'objet d'une étude attentive de la part de notre Société. J'ai signalé, dans le rapport de M. Duclaux et dans les procès-verbaux de la Commission, quelques expressions hasardées, quelques opinions discutables; mais à moins de rêver l'harmonie universelle, c'est le cas de toute œuvre humaine; lorsqu'il n'y a pas accord absolu des idées, on peut discuter, et de la discussion jaillit la lumière. Certaines recommandations faites par la Commission ou suggérées par l'un ou l'autre de ses membres sont pratiquement inexécutables; celles qui restent sont d'une efficacité douteuse et paraissent une bien faible dépense contre l'étendue du danger; mais toutes montrent l'idéal à atteindre, et leur insuffisance est une conséquence inéluctable des faits. Quant à ces faits eux-mêmes, ils ont été étudiés avec soin par des hommes compétents et consciencieux, et surtout sans idées préconçues; les résultats ont été donnés avec la plus entière franchise et une courageuse impartialité.

Il était intéressant de suivre l'effet de ces deux travaux sur l'état des esprits en France. Le programme du Comité d'hygiène était encore conforme aux idées régnantes; il ne visait que les eaux de source et laissait de côté les autres modes possibles d'alimentation; en reconnaissant implicitement que le seul fait de sortir spontanément du sol n'est pas pour une eau une preuve suffisante de pureté, en admettant qu'une enquête géologique est nécessaire pour rechercher les causes possibles de contamination, ce programme constituait un progrès incontestable; mais il ne s'écartait pas suffisamment des anciens errements pour amener une résolution dans les idées.

Il en est autrement du travail de la Commission de Montsouris. Ce travail a mis hors de conteste que Paris a été contaminé de fièvre typhoïde par les sources, — que le captage de ces sources n'a pas toujours été fait avec tous les soins désirables, d'après nos connaissances scientifiques actuelles, — que la constitution géologique des régions drainées exclut la certitude d'une épuration convenable des eaux captées. Le principe même de l'alimentation par les sources se trouvait mis en question. En outre, malgré tous les efforts pour maintenir la discussion sur le terrain de cette seule question des sources, la question du filtrage au sable a été soulevée. La Commission ne pouvait pas la traiter pour ainsi dire au pied levé, et elle a bien fait de la réserver pour une étude ultérieure. Mais les sociétés savantes n'avaient pas les mêmes raisons de limiter le champ de leur activité; on a étudié et discuté le rapport général de M. Duclaux, les rapports particuliers des divers collaborateurs; toutefois, on ne s'est pas arrêté là; les personnes qui avaient été à même d'étudier le filtrage au sable ont cru le moment opportun pour rompre le silence. Et c'est l'ensemble de la question des eaux qui est maintenant devant le public scientifique. La Société de médecine publique et de génie sanitaire à Paris est à la tête de ce mouvement; depuis janvier dernier, elle a entendu des communications importantes : sur la double canalisation, par le Dr Granjux; sur la fièvre typhoïde à Paris en 1900, par le Dr Regnier; sur les filtres à sable et la fièvre typhoïde en Allemagne, par l'ingénieur Chabal. Des personnalités importantes ont pris part aux discussions, et de leurs déclarations nous pouvons déduire l'état actuel de l'opinion.

Le rapport de Montsouris semble avoir fait partout la même impression; en présence de la gravité des faits révélés, les hygiénistes sont peu enclins à imiter la philosophie résignée de M. Duclaux. Le Dr Laveran, président sortant de la Société de médecine publique,

dans son discours de fin d'année insiste sur les difficultés pratiques de la surveillance médicale préventive appliquée à des zones très étendues. M. le Dr Vallin apprécie « l'humour, la petite pointe de paradoxe, la » largeur de vue et le grand sens critique qui caractérisent les écrits » comme les brillantes improvisations de l'éminent directeur de » l'Institut Pasteur ». Il estime que ce rapport est bien fait pour rassurer la population parisienne et y réussira sans doute; mais les médecins restent inquiets, non pas seulement en ce qui concerne les sources destinées à l'alimentation de Paris, mais en ce qui concerne « les sources en général ». M. Vallin ne croit pas beaucoup à l'efficacité des mesures recommandées par la Commission; il lui semble bien difficile d'empêcher la contamination de ces rivières souterraines, « qui viennent de temps en temps respirer à l'air libre ». Une loi pour la protection du périmètre des sources est nécessaire. En 1885, sur l'avis unanime des quatre-vingts départements, le Comité consultatif d'hygiène émet le vœu de voir interdire la création de nouveaux puisards; et la Cour de cassation n'a rien de plus pressé que d'annuler un arrêt du maire de Caen au sujet d'un puisard qui infestait de fièvre typhoïde la nappe aquifère de tout un quartier.

On le voit, le dogme de la propreté hygiénique des sources est sérieusement entamé. D'autres déclarations sont non moins caractéristiques. « Nous avons eu l'illusion que les eaux de sources étaient à l'abri d'un grand nombre de contaminations... C'est vrai dans certains cas déterminés, mais ces cas sont rares... Ce que nous prenions pour des sources, ne méritait pas ce nom... On a capté des sources contaminables... Nous devons reprendre le problème et le pousser plus loin, car les enquêtes que nous avons faites sur les eaux manquaient de bases suffisantes, notamment de base géologique suffisante... Il y a des sources mauvaises, et ce sont souvent les plus abondantes. » C'est Brouardel, le nouveau président de la Société de médecine publique, qui parle ainsi. Pour le Dr Vallin, les eaux de source amenées à Paris ne sont pas parfaites, « puisqu'elles renferment parfois des germes pathogènes ». M. Émile Trélat n'est pas moins catégorique : « J'ai, pour ma part, vécu pendant un grand nombre d'années avec l'idée que les eaux de source amenées à Paris étaient à l'abri de tout soupçon, et je me suis plus d'une fois insurgé contre celui que nos collègues médecins faisaient souvent peser sur elles. Je reconnais aujourd'hui que ma confiance doit singulièrement en rabattre... Les calcaires poreux n'ont aucune capacité épuratrice... Au point où en sont arrivées nos connaissances hydrologiques, on pourrait peut-être se hasarder déjà à bannir

tous les calcaires des territoires capables de fournir de bonnes sources et à n'y conserver que les *sables* (1). Et pour que le revirement soit complet, pour que rien n'y manque, pas même l'exagération en sens inverse, voici M. Prompt posant en principe « que l'eau de source est toujours suspecte ». L'action filtrante, même celle du sol naturel, « ne vaut rien » ; il n'y a d'efficace que la décantation ; les eaux tranquilles sont pures; le lac de Genève reçoit quarante rivières polluées; la mission Marchand à Fashoda n'a pas eu de fièvre typhoïde, parce qu'elle buvait l'eau de marais décantée par stagnation; il faut prendre l'eau de boisson dans un lac. M. Prompt est l'auteur d'un projet d'amenée à Paris d'un lac de l'Ardèche.

Passons maintenant au filtrage au sable et commençons par rappeler quelques-unes des opinions encore toutes récentes sur cette question.

C'est dans le courant de juillet 1900 que l'on a commencé à reconnaître que les eaux de source devaient être contaminées; par une malheureuse coïncidence, au même moment le Service des eaux s'est trouvé à court et a dû limiter la consommation excessive en supprimant l'alimentation pendant la nuit. De là, protestations indignées du public et intervention de la presse. Le journal *Le Matin* s'est distingué dans cette campagne en attribant tout le mal à l'addition d'eau filtrée aux eaux de source; toutefois, la contamination de ces dernières eaux était également admise par le journal. Il m'a suffi d'examiner pendant cinq minutes les diagrammes publiés par *Le Matin* pour voir que l'influence attribuée aux eaux de rivière sur la fièvre typhoïde ne se manifestait qu'après sept semaines, alors que l'incubation n'est que de trois semaines. Néanmoins, des corps constitués se sont laissés gagner par l'émotion ; le 24 juillet, l'Académie de médecine votait à l'unanimité et presque sans discussion « la séparation complète de l'eau de source et de l'eau de rivière filtrée ou non, celle-ci devant être exclusivement réservée aux usages industriels, au lavage des chaussées et au « tout à l'égoût ». On a même demandé la fermeture d'office des filtres de Saint-Maur et d'Ivry.

Dans son discours présidentiel du 23 janvier 1901, déjà cité, le Dr Laveran disait : « L'épuration des eaux dans les filtres à sable est très imparfaite. L'eau ainsi filtrée vaut mieux que l'eau de rivière non filtrée que l'on introduisait autrefois dans la canalisation de l'eau de source; mais tous les hygiénistes sont, je crois, d'accord pour condamner ce mélange d'eau de rivière, même filtrée, à l'eau de source. »

(1) Souligné dans le texte.

Dans cette même séance de janvier, le docteur Grandjux fait sa communication sur la double canalisation et commence par rappeler le vote de l'Académie de médecine; dans la discussion, pas une voix ne s'est élevée pour protester contre l'assimilation des eaux filtrées aux eaux brutes.

Au mois de février, le docteur Regnier parle de la fièvre typhoïde. L'influence attribuée aux eaux filtrées est spécialement discutée et l'auteur conclut timidement : « Si cette eau a joué un rôle, ce rôle ne ressort pas nettement. » Ce sont les sources qu'il faut suspecter. La discussion, remise au mois de mars, porte uniquement sur ce dernier point, et le filtrage au sable n'est même pas effleuré.

En mars également, la question est abordée directement par l'ingénieur Chabal. Son travail est très court et fort simple : les statistiques pour la fièvre typhoïde démontrent que les villes alimentées en eaux de source et celles alimentées en eaux de rivière filtrées sont à parité; s'il y a une différence, elle est en faveur des eaux filtrées. Les exemples cités et donnés en diagramme sont les villes de Lawrence (Mass.), Zurich, Hambourg et les tableaux exposés en 1900 par l'Office d'hygiène de l'Empire allemand. Ces faits sont connus depuis longtemps; la plupart traînent depuis plusieurs années dans les traités et les articles de revue; tous les étudiants de nos facultés de médecine peuvent les raconter par le menu à leur examen. Le seul fait inédit ou peu connu est précisément le cas de la banlieue de Paris, où l'initiative privée a introduit le filtrage au sable depuis dix ans, naturellement avec les mêmes résultats que partout ailleurs au point de vue de l'hygiène. C'est la Compagnie générale des Eaux qui alimente cette partie de la banlieue; or, cette même compagnie est chargée du service administratif des eaux de Paris. On a racheté la concession générale qu'elle détenait pour pouvoir exécuter les grands travaux d'adduction des sources et soustraire la question de qualité des eaux à l'esprit de lucre d'un exploitant. Le résultat de cette substitution du pouvoir public à l'initiative privée a été de maintenir la population parisienne au régime de sources contaminées, avec addition occasionnelle (jusqu'en 1890) d'eau de rivière brute; si l'on avait laissé faire la Compagnie, on aurait eu des eaux filtrées depuis 1890.

Il est assez singulier que les Parisiens aient pour ainsi dire entièrement ignoré ce qui se passait à leur porte. La comparaison des résultats statistiques entre la ville et la banlieue était tout indiquée. La Compagnie connaissait ces résultats : la réduction immédiate de la mortalité par fièvre typhoïde de 41 par 100.000 habitants à 12; et cependant,

les sommités hygiéniques à Paris continuaient à déverser l'anathème sur le filtrage au sable, et la Compagnie se laissait stoïquement accuser d'importer la fièvre typhoïde en ville. M. Chabal a eu la ténacité d'obtenir les chiffres et a eu le courage de les publier.

Mais avec quelle circonspection! « Les résultats absolus ne peuvent être considérés comme des preuves absolues en faveur de tel ou tel système...; énoncer une loi mathématique serait dangereux; affirmer *a priori* que les eaux de surface filtrées sont meilleures que les eaux de sources semblerait un non-sens. Le plus sage est de ne pas trancher la question, bien que l'ensemble des faits laisse la porte ouverte à une conclusion admissible certainement, mais quelque peu en contradiction avec les idées admises en France. » Enfin, l'auteur se pose à différentes reprises une question, mais en déclarant ne pas pouvoir y répondre : Pourquoi le filtrage est-il inconnu en France?

La communication de M. Chabal a été une révélation. A deux reprises, M. Brouardel dit que cette question est excessivement intéressante. M. Trélat est également intéressé, « mais troublé en même temps, » n'ayant jamais pu croire que le filtrage au sable pût constituer une épuration réelle et n'était qu'un simple dégrossissage mécanique. Nous pouvons discerner, dans ce qu'a dit M. Trélat, les raisons de son attitude. Alors que le filtrage pour l'eau potable n'est pas admis, les hygiénistes français considéraient l'épandage comme un excellent procédé d'épuration pour les eaux d'égout. A première vue, il y a contradiction; mais quand on compare les conditions de fonctionnement du filtre artificiel et du filtre naturel, on trouve des différences considérables. Il y a d'abord la question de quantité : une colonne de plus de 2 mètres en vingt-quatre heures (à Choisy-le-Roi, la Compagnie générale va même au delà de 4 mètres) est beaucoup plus que l'on ne peut irriguer sur les champs d'épandage. En second lieu, l'épandage est intermittent, tandis que le filtre à sable marche d'une façon continue. D'où résulte, dans le premier cas, une aération, qui fait défaut dans le filtre artificiel. Les différences vont jusqu'à l'antithèse, et ce raisonnement très censé, non seulement ne permettait pas de prévoir les bons effets du filtrage artificiel, mais devait au contraire tendre à faire condamner ce procédé. J'ai dit ailleurs que si, en 1829, Simpson avait réfléchi et fait de la théorie, il n'aurait jamais osé construire le filtre à sable pour la *Chelsea Company*.

M. Bechmann a donné à M. Trélat quelques explications. Les eaux d'égout renferment peu d'oxygène et beaucoup de matières organiques; pour s'épurer, il leur faut donc de toute nécessité un supplément

d'oxygène, qui leur est fourni par l'aération du sol. Mais la composition des eaux de rivière est précisément l'inverse; celles que l'on peut songer à capter pour la consommation contiennent relativement peu de matières organiques et beaucoup d'oxygène; l'aérage du filtre n'est donc plus indispensable. M. Bechmann aurait pu ajouter que la végétation d'algues vertes et de diatomées de la couche superficielle assure une constante oxygénation de l'eau au moment où elle pénètre dans le sable. Du reste, pour l'ingénieur en chef des eaux de Paris, l'efficacité des filtres à sable est reconnue à l'étranger « depuis un certain nombre d'années... Ce qu'on croyait être une simple clarification mécanique était, en réalité, tout autre chose; et pendant bien des années, on s'est trouvé faire de l'épuration sans le savoir ».

Comme M. Jourdain, alors? En réalité, les ingénieurs et hygiénistes d'Angleterre et d'Allemagne n'étaient pas si inconscients que cela. Au début, il est vrai, on ne visait que la simple clarification; mais, dès la moitié du siècle, l'analyse chimique des eaux était constituée et un simple dosage comparatif des matières organiques permettait de constater une réduction de 40 °/₀; comme cette réduction portait, non sur particules solides en suspension, mais sur des substances dissoutes, la théorie mécanique était manifestement insuffisante. De même, les premières analyses bactériologiques appliquées aux eaux avaient démontré l'étonnante efficacité du filtrage au sable sous ce rapport. Tout cela, c'étaient des vérités courantes, partout ailleurs qu'en France; là, on se confinait dans les idées vieillottes au sujet du danger de quelques milligrammes de matières organiques, on jetait les hauts cris contre la douzaine ou la centaine de microbes inoffensifs demeurant dans l'eau filtrée, alors qu'on en absorbait de pathogènes par les sources.

Mais nous aurions mauvaise grâce à chicaner, pour une réminiscence classique, ceux qui sont revenus de si loin. Félicitons-nous plutôt de constater, pour la question du filtrage, un revirement aussi marqué que pour les sources, et tenons largement compte du pénible de toute période critique dans l'évolution. Nous ne contesterons pas la légitimité des éloges décernés à Belgrand, car il faut voir les intentions, qui étaient bonnes, et ne pas juger son œuvre de 1854 avec nos idées d'aujourd'hui, fruit d'un demi-siècle de progrès scientifique ininterrompu; tout au plus, remarquons-nous que dès cette époque le filtrage au sable, comme à Londres, avait été proposé, mais que Belgrand « sut néanmoins faire triompher l'eau de source, qui était infiniment supérieure dans le cas de Paris ». Le moment est singulièrement choisi pour proclamer une dernière fois cette supériorité.

Nous considérerons aussi comme un argument *in extremis* l'importance considérable attribuée par plusieurs orateurs à la température constante des eaux. Les sources ont ici une supériorité incontestable sur les eaux de rivière filtrées, dont la température, en été, atteint 20°, plus un bon nombre d'unités. « C'est excellent pour le bain en rivière, c'est moins agréable dans la carafe. » Le docteur Vallin, qui est l'auteur de cette belle parole, aime tellement à boire frais, que cette seule question de température justifie à ses yeux la préférence donnée aux sources en 1856; pour un hygiéniste, c'est sacrifier beaucoup à une sensation gustative. D'autres médecins ont fait observer que la glace est actuellement à si bon compte, qu'elle devient accessible à des ménages même modestes. En somme, le seul inconvénient réellement sérieux est la préférence donnée à l'eau la plus fraîche, quelle que soit son origine, dans le cas d'une double canalisation. Il en a été cité de nombreux exemples, et nous en donnons un à notre tour. Supposons le service à Paris réorganisé, — l'eau filtrée, pure, hygiénique, dans une canalisation pour l'alimentation, soigneusement séparée de l'eau des sources, suspecte ou contaminée et réservée pour les usages grossiers; la fraîcheur plus grande de cette dernière pourrait devenir un danger, en ramenant une situation hygiénique pareille à celle des dernières années.

A la question pourquoi les filtres à sable ne se sont pas répandus en France, question posée mais non résolue par M. Chabal, M. Brouardel a invoqué la forte dépense : « En visitant l'installation de Hambourg avec le Dr Koch, je me suis rendu compte qu'en France il serait difficile de décider les villes à faire des dépenses pareilles. » A quoi M. Bechmann répond que le coût est de fr. 0,006 par mètre cube, que le filtrage pour la banlieue a été entrepris à forfait pour 1 centime, ce qui laisse probablement encore un bon bénéfice. Il aurait pu ajouter que, à Paris, les eaux coûtent beaucoup plus cher; une formidable agglomération de bassins de décantation, de filtres, de machines frappe le visiteur, tandis que les aqueducs sont répartis sur des lieues et des lieues ou soustraits à la vue par leur enfouissement dans le sol. En outre, Hambourg est un mauvais point de comparaison; la consommation y est exagérée; des considérations électorales, les mêmes qui ont de 1847 à 1892 empêché le filtrage et amené le choléra, s'opposent au contrôle par compteur. M. Bechmann donne une autre raison du discrédit immérité du filtrage en France : « notre tendance particulière à la généralisation et à l'absolu ». On comprend que nous ayons tenu à citer textuellement.

La discussion a été continuée en avril ; mais presque toute la séance a été prise par M. Chamberland pour parler du filtrage à domicile, ce qui était précisément la question qui n'était pas en discussion ; pendant une heure d'horloge, l'orateur a fait l'éloge de sa bougie.

A la Société d'hygiène et de police sanitaire, un des ingénieurs les plus méritants du Service des eaux, M. Launay, a parlé de l'épuration bactérienne des eaux d'égout et, incidemment, du filtrage au sable. Le Service doit avoir accentué son attitude favorable, à en juger par un article de ce même journal, *Le Matin*, signé Gaston Leroux. C'est un article rabique. Le personnage ne connaît pas le premier mot de la question; il cite Belgrand comme si c'était une vieille connaissance, mais il orthographie son nom « Bellegrand ». L'ingénieur allemand bien connu Piefke perd un *e* mais gagne un accent aigu : *Pifké*. Nous n'allons pas nous commettre dans une discussion où les injures remplacent les arguments; mais enfin, le journaliste n'est que l'écho et encore un écho déformateur. Il est intéressant d'apprendre les raisons des derniers opposants, et il est curieux de voir comment peut comprendre de travers un esprit superficiel et non scientifique.

Il doit avoir été question du colmatage, c'est-à-dire de la formation de la couche superficielle de vase, d'algues et de bactéries qui assure l'efficacité du filtrage. Il y a dans l'article une description naturaliste de cette couche, où l'on parle des mille-pattes qui s'entre-dévorent. — On sait que la végétation d'algues formant tapis peut se détacher, notamment sous l'influence de l'oxygène dégagé par la végétation qui fait flotter des paquets; le sable mis à nu laisse passer de l'eau sans purification suffisante. Le journaliste a compris que ces parties détachées se laissent emporter par l'eau, ainsi empoisonnée; et c'est Berthelot auquel il attribue la paternité de ce renseignement : « Notre grand Berthelot, avec lequel je m'entretenais hier soir de ces filtres, me disait... »

Il y a à retenir un argument : « En admettant que l'eau, en passant par cette couche colmatée, soit privée de germes, elle est additionnée de toxine, de tous les produits de ces animalcules, de leurs déjections, etc. » C'est une objection qui a souvent été produite et qu'il y a d'autant plus lieu d'examiner, qu'elle se retrouve dans le livre récent de M. Imbeaux (1) : « Les eaux souillées banalement sont nuisibles et doivent être écartées de l'alimentation, pour la raison que cette putridité constante prédispose l'organisme humain aux infections. » Mais

(1) Éd. Imbeaux, *L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition de 1900*, page 284.

l'auteur atténue le catégorique de son affirmation en déclarant que « la question est délicate » et qu'il donne simplement son opinion. Il ne l'appuie d'aucune preuve, et s'il y avait un seul démonstratif, il est certain que M. Imbeaux, avec sa vaste érudition, le connaîtrait. Ne pourrait-on pas soutenir que l'absorption de ces toxines, d'une façon continue, mais à doses extrêmement faibles, loin de créer une réceptivité plus grande aux infections, produirait, au contraire, une vaccination de l'organisme, une mithridatisation? Pas plus que l'autre, cette opinion n'est basée sur une démonstration péremptoire et directe; mais elle paraît mieux d'accord avec tout ce que nous savons des maladies infectieuses, avec la vaccination des eaux signalée par Miquel, avec l'immunité relative des citations pour la fièvre typhoïde, etc. Et puis, savons-nous seulement s'il y a des toxines? L'argument est tout au plus une possibilité théorique éloignée. M. Imbeaux ne le fait pas valoir contre les eaux filtrées, mais en parle à propos de l'interprétation des résultats analytiques.

Il appert de cet exposé que les idées hydrologiques en France ont subi, dans les derniers mois, une modification considérable. M. Bechmann a donné la note exacte en parlant de la tendance à la généralisation et à l'absolu qui caractérise ses compatriotes. Les Anglais font peu de théorie et beaucoup de pratique; tel a été le cas pour le filtrage au sable; pourtant, si l'on faisait le compte global, on verrait que le dédain de réflexion théorique coûte très cher; pour ma part, je considère comme n'étant pas suffisamment justifiées les énormes dépenses pour la construction des réservoirs de décantation. On ne peut donc pas reprocher aux Français de faire de la théorie; mais ils ont eu le tort de ne pas avoir constamment contrôlé les principes qui leur servaient de guide avec les faits nouveaux que les progrès de la science mettaient successivement en lumière. L'exemple de l'Angleterre aurait pu fournir, depuis des années, des renseignements à foison; mais le caractère des deux peuples rendait cette influence réciproque pour ainsi dire impossible; l'esprit français, ordonné, méthodique, se sent mal à l'aise dans les chocs des faits particuliers, sans suite, parfois contradictoires, tels que les lui présentaient la plupart des travaux anglais. Les Allemands ont débrouillé cet amas informe, mis en évidence les principes et réalisé en dix ans plus de progrès pratique que les Anglais en soixante ans; la théorie actuelle du filtrage au sable est en grande partie leur œuvre; elle est un ensemble logique, aux parties bien proportionnées et équilibrées; c'est elle qui exerce aujourd'hui en France une influence rapidement grandissante.

Un fait digne de remarque, c'est que le mouvement actuel en

France émane de l'initiative privée. L'Académie de médecine, par un vote irréfléchi, le Comité consultatif d'hygiène, par certaines instructions fort discutables et par l'organisation défectueuse de son service d'analyses, s'étaient mis tous les deux dans une situation délicate. Ce sont des sociétés particulières qui ont pris la tête du mouvement. C'est là un symptôme favorable, surtout en France. Il incombe à ces sociétés de montrer la voie nouvelle aux corps officiels, qui pourraient avoir une tendance à ne pas vouloir avancer. Il y a ensuite à éclairer l'opinion publique; ici la tâche sera d'autant plus lourde qu'il s'agit d'aller à l'encontre de préjugés que les savants eux-mêmes ont contribué à enraciner. Il faudra surtout soutenir le Service des eaux contre les attaques que pourrait lui valoir l'extension du filtrage au sable de la part de médecins entêtés ou d'inventeurs déçus; on a eu un échantillon de la violence de ces attaques et de leur mauvaise foi; et c'est le même journal auquel l'Académie de médecine a emboîté le pas pour protester contre le filtrage au sable.

Cet appui donné par la partie compétente et modérée du public sera nécessaire. Il nous paraît en effet impossible que, sous prétexte de céder aux fantaisies irraisonnées de la masse, on puisse persister dans les anciens errements. Le projet de captage des « sources » du Loiret, affecté des mêmes tares que la plupart des autres dérivations, est trop formellement condamné pour qu'il puisse encore sérieusement en être question. Il faudra donc bien se résoudre à filtrer l'eau des rivières, probablement même l'eau des sources actuelles. On rencontrera de l'opposition, on aura à subir des criailleries, car on ne peut espérer contenter tout le monde. Le devoir d'un service public quand se présente une question de cette importance et de cette gravité, est d'étudier impartialement les avantages et les inconvénients des diverses solutions et de décider honnêtement; une fois cette décision prise, elle doit être exécutée malgré les criailleries. C'est ce qu'a fait le Service des eaux de Paris, quand il croyait avoir raison; c'est ce qu'il doit faire aussi maintenant, qu'il a raison.

M. *Van den Broeck* désire poser une question à M. Ad. Kemna au sujet du filtrage au sable. Il résulte d'échanges de vues de M. Van den Broeck avec des confrères ayant à s'occuper de l'utilisation des eaux des calcaires, qu'une objection est parfois soulevée au sujet de l'efficacité du filtrage au sable, présenté comme moyen de remédier à l'insécurité, qui paraît être le cas général, dans l'emploi, comme eaux alimentaires, des sources ou eaux de drainage des massifs et terrains calcaires rocheux ou crayeux.

Bien entendu, la thèse de l'*action biologique* que provoque le colmatage organique de la surface des filtres à sable était considérée comme justifiée par les confrères auxquels fait allusion M. Van den Broeck, qui, comme eux et comme M. Kemna, est persuadé de l'influence *prépondérante* de cet élément biologique dans l'opération du filtrage au sable.

En supposant que l'on amène directement dans un filtre à sable les eaux des calcaires, généralement pures et limpides d'aspect, quoique parfois suspectes, vraisemblablement on n'obtiendra qu'un développement nul ou très faible de la couche biologique, si accentuée quand il s'agit d'eau de rivière ou de réservoir à l'air libre (lacs, etc.). Or, cette couche est considérée par les défenseurs du filtrage au sable comme d'importance primordiale. On risquerait donc, d'après les objections que rapporte ici M. Van den Broeck, de n'améliorer en rien ou en infime proportion les eaux du calcaire ou de la craie, qui semblent ainsi devoir rester réfractaires à ce procédé.

La conclusion serait donc que, malgré la forme paradoxale de cette affirmation, la nécessité s'impose de mélanger aux eaux, limpides d'aspect, sortant du calcaire, des eaux de rivière ou autres ayant pu se charger à l'air libre, des éléments biologiques nécessaires pour constituer, au sein de la masse générale à filtrer, la membrane biologique que nécessite l'emploi judicieux du filtrage au sable.

Faut-il rechercher un mélange d'eau de rivière, injecté chaque fois qu'il faut renouveler le dispositif filtrant et reconstituer la membrane biologique, ou bien faut-il créer des réservoirs à l'air libre permettant aux eaux du calcaire de s'imprégner, au contact de l'atmosphère et sous l'influence de la lumière solaire, des éléments biologiques, généralement inoffensifs, dont les germes se trouvent dans l'air? Quel est, demande M. Van den Broeck, le système que préconiserait M. Kemna dans le cas de filtrage à effectuer avec des eaux sortant de terrains calcaires, soit, en général, provenant de sources n'émanant pas de terrains sableux (1)?

(1) M. *Marboutin*, chef adjoint du Service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris, auquel M. Van den Broeck posait la même question lors d'une visite à Bruxelles de ce savant spécialiste, au moment où s'impriment ces lignes, a émis l'avis qu'il est désirable d'éviter, autant que possible, l'inconvénient de l'introduction d'eaux dont la faune et la flore microbiologiques peuvent changer, évoluer et se modifier fâcheusement, à l'insu des opérateurs. Pour y arriver, il suffirait de chercher une méthode de culture et d'ensemencement des eaux de sources et du calcaire destinées au filtrage, par des algues appropriées et les plus favorables au filtrage. Ces algues seules, mais périodiquement diversifiées bien entendu suivant les exigences saisonnières, seraient appelées à constituer le tapis organique agissant du filtre à sable. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

M. Kemna rappelle que la flore des filtres à sable (algues vertes, algues bleues, diatomées) est celle des eaux superficielles, ensemencées par les poussières de l'air. Lors du nettoyage d'un filtre, on est maître de n'enlever que la couche tout à fait superficielle, par simple grattage; il reste alors dans la couche de sable assez d'organismes pour se multiplier rapidement. C'est ainssi qu'on procède à Choisy-le-Roi pour les filtres de la Compagnie générale des eaux alimentant la banlieue de Paris. Quand on nettoie à la pelle, on enlève une couche plus épaisse de sable et l'on peut saupoudrer avec un peu de sable d'un nettoyage antérieur, du « sable mûr », comme dit Piefke; c'est ce qu'on faisait au Stralauer Thor à Berlin. Si à Paris on avait recours au filtrage des eaux de source, on pourrait et l'on devrait même mélanger celles-ci avec de l'eau de Seine pour avoir la quantité nécessaire; or, s'il faut en croire tout ce qu'on a dit du mélange de ces eaux d'origine différente, on aurait une végétation abondante.

M. *A. Rutot* donne lecture de la communication suivante :

NOTE
SUR
QUELQUES FAITS HYDROLOGIQUES
OBSERVÉS

par A. RUTOT
Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

Des recherches étant faites en ce moment par plusieurs observateurs pour percer le mystère de la question, encore assez obscure, du mode de pénétration dans le sol des eaux contribuant à l'alimentation des nappes aquifères souterraines, tant phréatiques qu'artésiennes, je crois utile d'exposer ci-après quelques observations que j'ai vu se répéter avec persistance pendant un bon nombre d'années.

Tous les jours, pour me rendre au Musée d'histoire naturelle, je traverse trois fois le Parc Léopold.

Le Musée est situé sur un plateau que l'on atteint d'abord par un chemin en pente assez rapide, puis par une pente plus faible.

Le sol est le limon quaternaire dont la partie supérieure a été ameublie, sur la partie déclive, par de la cendrée.

Chaque année, régulièrement, au commencement puis vers la fin de l'hiver, je remarque les phénomènes suivants :

Si pendant plusieurs jours il ne pleut pas, la température restant au-dessus de 0°, le sol s'assèche complètement, sans qu'il reste la moindre trace d'humidité;

si, la sécheresse continuant, la température s'abaisse au point que, pendant une nuit, le thermomètre descend un peu au-dessous de zéro et que, par conséquent, il gèle;

si, d'autre part, dès le jour venu, la température s'élève lentement au-dessus de zéro, en arrivant le matin au Parc Léopold, je constate immédiatement que le sol est humide, et si, dans la matinée, le soleil se met à donner, le chemin à suivre devient bientôt presque impraticable à cause d'une couche de boue liquide de plusieurs centimètres d'épaisseur, se formant aussi bien sur la partie en pente douce que sur la partie déclive.

De plus, vers midi, le temps étant toujours resté *absolument sec*, le long de la partie déclive ameublie par la cendrée, de véritables petites sources se mettent à sourdre en divers points et continuent à couler pendant tout le reste de la journée, formant plusieurs petits ruisseaux très apparents avec débit de quelques centimètres cubes par minute.

Comme, en réalité, il n'est pas tombé une goutte d'eau liquide et que, cependant, nous trouvons, lors du dégel, le sol gorgé d'eau sur plusieurs centimètres de profondeur, on est bien forcé d'admettre que le sol, refroidi par la gelée, condense dans ses pores des quantités très appréciables de vapeur d'eau, eaux qui peuvent soit s'accumuler sur un sol peu perméable, ou bien s'infiltrer dans le sous-sol lorsqu'il est perméable, ou bien s'écouler, ruisseler lorsqu'il y a surface imperméable.

Si pendant plusieurs jours de suite le même phénomène s'accomplit, c'est-à-dire si, le temps restant absolument sec, il gèle pendant plusieurs nuits, on peut être certain que, dès le troisième jour, la route traversant le Parc Léopold sera devenue tout à fait impraticable, tant la couche de boue est épaisse et liquide.

Sur la partie déclive recouverte de cendrée, les petites sources, au bas de la pente, prennent des débits vraiment étonnants.

Le phénomène, nous l'avons vu ci-dessus, s'explique très aisément si l'on admet que le sol, refroidi, condense énergiquement dans ses pores l'humidité de l'air.

Mais on peut encore constater un autre phénomène non moins intéressant.

Supposons qu'après quelques jours de gelée ayant rendu la route

impraticable à cause de la boue, le temps change subitement et qu'il se mette à pleuvoir à torrents sur le terrain détrempé.

On se dira, si l'on tient comme moi à passer par le Parc Léopold pour cause d'économie de temps : c'est complet! Inutile de tenter le passage!

Or, il n'en est rien.

En une nuit de pluie continuelle et copieuse, le sol absolument détrempé s'est durci, la boue liquide a disparu et l'eau de pluie ruisselle tranquillement à la surface du sol.

Sur la partie de terre non couverte de cendres, on marche comme sur les dalles d'un trottoir; tandis que la partie cendrée est restée un peu molle, mais sensiblement moins que lorsqu'il ne pleuvait pas.

Ici, le phénomène me semble plus difficile à saisir.

Le ruissellement superficiel très abondant opère-t-il sur le terrain détrempé une sorte de tassement ou de succion qui le débarrasse de l'excès d'eau? Dans tous les cas, le résultat me semble tel.

Voilà les constatations dont j'ai cru utile de vous faire part; je les ai observées très nettement encore cette année à la limite des mois de mars et d'avril.

M. *A. Rutot* fait une communication dont il a envoyé la rédaction ci-dessous :

NOTE

SUR

LES PUITS FORÉS D'ESSCHEN ET DE ROOSENDAEL

PAR

A. RUTOT,
Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

L'Administration des chemins de fer de l'État belge, éprouvant une pénurie d'eau à la gare frontière d'Esschen (frontière de Hollande), s'est adressée à notre confrère M. l'ingénieur Putzeys, auteur d'un ingénieux dispositif de puits filtrants pour captage des eaux dans les sables aquifères.

Pour connaître les conditions géologiques et hydrologiques sous l'emplacement de la gare d'Esschen, notre éminent confrère a fait

exécuter un sondage de reconnaissance, avec prière de le diriger afin de l'arrêter en temps opportun.

De bons et volumineux échantillons des couches traversées ont été ainsi recueillis.

Voici la coupe que l'on peut déduire de la série des échantillons étudiés :

NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	ÉPAISSEUR DES couches.
Sable brun clair, meuble, à grains moyens, avec une linéole argileuse gris brun foncé à la base, remplie de gros grains de quartz blanc avec petits cailloux noirs	0,00	3,00	3,00
Sable gris pâle, pur, meuble, à grains moyens .	3,00	3,50	0,50
Sable fin, pointillé de noir, gris un peu verdâtre, un peu limoneux, cohérent	3,50	4,50	1,00
Même sable fin, moins limoneux.	4,50	5,00	0,50
Tourbe brun noir, impure, finement sableuse, cohérente	5,00	5,30	0,30
Alternance de lits de limon noir, fin, très tourbeux et de sable fin, gris verdâtre, limoneux, cohérent	5,30	5,60	0,30
Argile gris jaune verdâtre, finement sableuse, dure, cohérente, avec traces de linéoles minces, limoneuses et tourbeuses	5,60	6,60	1,00
Sable demi-fin, gris assez foncé, un peu brunâtre, meuble, micacé	6,60	9,00	2,40
Sable demi-fin, semblable au précédent, avec fragments de lignite xyloïde.	9,00	10,00	1,00
Sable demi-fin, meuble, gris.	10,00	12,00	2,00
Sable fin, limoneux, très cohérent, gris brun, avec lits brun foncé organiques et fragments de lignite xyloïde. Petits galets d'argile. . . .	12,00	12,60	0,60
Alternances de sable gris assez meuble et de minces lits de sable limoneux et tourbeux brun foncé. Fragments de lignite xyloïde. . .	12,60	13,00	0,40
Sable gris, demi-fin, pointillé, meuble, très micacé, avec une linéole d'argile tourbeuse noire (grandes paillettes de mica)	13,00	18,50	5.50
Sable gris, meuble, avec linéoles limoneuses un peu tourbeuses, gris foncé	18,50	19,50	1,00

NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	ÉPAISSEUR DES couches.
Sable fin, très micacé, avec grosses linéoles de limon gris foncé	19,50	21,50	2,00
Sable gris pur, demi-fin, pointillé, meuble, très micacé	21,50	25,50	4,00
Sable gris, pur, meuble, très micacé, un peu plus gros que le précédent.	25,50	26,50	1,00
Même sable un peu plus fin, avec traces ligniteuses.	26,50	27,50	1,00
Sable gris pâle, meuble, micacé, à grains sensiblement plus gros que les précédents et dont le grain augmente de volume à mesure que l'on descend. En même temps, la proportion de fragments de lignite xyloïde augmente aussi. .	27,50	31.50	4,00
Argile gris foncé, dure, compacte, finement sableuse, micacée	31,50	32,50	1,00

Ces détails peuvent se résumer comme suit :

1° Sable brun clair à grains moyens, meuble, avec lit argileux et petits graviers de quartz et de silex à la base.	0,00	3,00	3,00
2° Alternances de zones limoneuses grises et de sable gris fin, avec quelques lits noirs, tourbeux à diverses hauteurs	3,00	12,60	9,60
3° Sable gris, fin, à grandes paillettes de mica blanc et petits fragments ligniteux généralement peu nombreux. Quelques linéoles limoneuses parfois un peu tourbeuses	12,60	19,50	6,90
4° Sable gris pâle, meuble, à grains assez gros, avec petits fragments de lignite xyloïde assez nombreux.	19,50	31.50	12,00
5° Argile gris foncé presque noir, à l'état humide, finement sableuse, dure, compacte.	31,50	32,50	1,00

Le n° 1 paraît bien être le Flandrien, représenté par son facies sableux, marin, ordinaire, avec petit gravier à la base.

Les n°s 2, 3 et 4 reproduisent ce qui s'observe à découvert et en profondeur dans les briqueteries à l'Ouest de Turnhout, en Campine, à Ryckevorsel par exemple; sauf qu'à Esschen les parties limoneuses

utilisées pour la fabrication des briques ainsi que les parties tourbeuses sont moins développées et plus sableuses qu'à Ryckevorsel.

Sous la partie n° 2, qui s'assimile parfaitement à la partie supérieure du Moséen exploitée en Campine, vient une zone très sableuse avec zones limoneuses rares et peu épaisses qui peut se paralléliser avec ce qui se passe dans les environs de Turnhout; puis, enfin, le sable gris, micacé, constituant le n° 4, est l'équivalent du sable blanc de Moll exploité pour les verreries, avec cette différence que la masse sableuse d'Esschen a un facies plus franchement marin que le sable de Moll.

Ce dernier se ressent encore des remous du delta de la Meuse.

Aucune trace de coquilles n'a été rencontrée dans tout l'ensemble des strates 1, 2, 3 et 4.

Brusquement, au moment où le sable n° 4 a atteint son maximum de grosseur, apparaît une argile dure, gris presque noir, finement sableuse, qu'instinctivement on est tenté d'assimiler à l'argile de Boom de l'Oligocène moyen, qu'on sait devoir exister en sous-sol; mais des considérations tirées de la connaissance de faits constatés ne permettent pas de s'appesantir sur cette assimilation.

On sait en effet que, dans le Nord de la Belgique, depuis Bruxelles, toutes les couches plongent vers le Nord d'environ 5 mètres par kilomètre.

Or, sous Anvers, M. le baron O. van Ertborn signale l'existence du sommet de l'argile de Boom à 30^{m},20 de profondeur (Usine frigorifique); il est donc infiniment peu probable que, vu la pente vers le Nord, bien constatée, le sommet de l'argile de Boom se présente à 31^{m},50 de profondeur à Esschen, c'est-à-dire à 27 kilomètres plus au Nord.

Notre sympathique confrère, M. le baron O. van Ertborn, veut bien du reste nous rappeler qu'il a publié, en 1882, dans les *Annales de la Société malacologique de Belgique,* tome XVII, à la séance du 5 novembre, la coupe des couches traversées lors du creusement d'un puits à l'amidonnerie Heuman, à Roosendael, station du chemin de fer suivant immédiatement Esschen, passé la frontière de Hollande.

Je crois utile de reproduire, avec l'autorisation de M. van Ertborn, la coupe du puits de Roosendael situé à 9 kilomètres au Nord de celui d'Esschen. (Voir tableau à la page ci-après.)

La série des couches trouvées sous Roosendael, bien que du même âge qu'à Esschen, est bien différente, et l'argile, soit mêlée de sable, soit pure, est bien plus abondante à Roosendael qu'à Esschen; de plus, à 85 mètres de profondeur, le Moséen ne semble pas près d'avoir été complètement traversé.

Puits de l'amidonnerie Heuman à Roosendael (Hollande).

Creusé en mars 1870.

NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	ÉPAISSEUR DES couches.
Terre végétale	0,00	1,10	1,10
Sable jaune	1,10	3.00	1,90
Tourbe mêlée de sable	3,00	6,75	3,75
Sable argileux	6,75	7,05	0,30
Sable mouvant glauconifère	7,05	10,15	3,10
Argile brune sableuse	10,15	10,75	0,60
Sable légèrement argileux	10.75	13.25	2,50
Argile tendre	13,25	14,25	1,00
Argile sableuse	14,25	16,85	2.60
Argile verte	16.85	17,30	0,45
Sable argileux	17,30	43,23	25,93
Argile brune	43,23	44.65	1,42
Argile sableuse	44,65	46,95	2,30
Argile dure	46,95	54,20	7,25
Argile sableuse	54,20	56,45	2.25
Argile grisâtre	56,45	59,70	3,25
Argile sableuse	59,70	68,00	8,30
Argile dure	68.00	77,20	9,20
Argile très dure	77,20	77,43	0,23
Argile dure	77,43	85,00	7,57

Il est donc hautement improbable que l'argile dure du bas du forage d'Esschen soit l'argile de Boom; c'est probablement une lentille argileuse épaisse intercalée dans le Moséen.

La différence très sensible existant entre les deux forages provient sans doute de ce fait que le sondage de Roosendael étant à 9 kilomètres

au Nord de celui d'Esschen, se trouve aussi sensiblement plus au large par rapport aux rivages de la mer moséenne. La prédominance de l'élément argileux s'y explique, comme s'expliquent à Esschen la prédominance de l'élément sableux et la présence, à l'état épars dans la masse, de débris végétaux.

M. O. van Ertborn croit pouvoir assigner à la surface de l'argile de Boom, à proximité du camp de Brasschaet, situé à 18 kilomètres au Sud d'Esschen, la cote — 129; à Esschen, on ne pourrait donc guère espérer rencontrer l'argile de Boom que vers — 219.

Le Moséen n'aurait toutefois pas toute cette épaisseur; des couches miocènes et pliocènes viendraient vraisemblablement s'intercaler entre le Moséen et l'Oligocène moyen.

L'importante masse sableuse de 12 mètres d'épaisseur, meuble et à gros grains reposant à Esschen sur l'argile noire non percée, constitue donc un magnifique réservoir aquifère duquel le puits filtrant, que compte établir notre confrère M. l'ingénieur Putzeys, pourra soutirer au moins 300 mètres cubes en vingt-quatre heures.

M. *O. van Ertborn* donne lecture de la note ci-dessous :

QUELQUES MOTS DE PROTESTATION

AU SUJET DES

SONDAGES DE MALINES, DE LANAEKEN ET D'EELEN

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

Il a été exécuté, dans ces derniers temps, en Belgique, trois sondages à grande profondeur du plus haut intérêt au point de vue géologique et dont les résultats scientifiques sont à peu près nuls.

Ces forages sont ceux de l'arsenal de Malines, de Lanaeken et d'Eelen. Notre honorable Président a sauvé quelques épaves du premier, qu'il nous a communiquées à la séance du 26 février dernier. Les données sur la puissance du Crétacé et la profondeur à laquelle se trouve le Primaire ont seules échappé au naufrage. Ce sont les seules

aussi que l'on possède sur ces couches géologiques dans la province d'Anvers.

Le sondage de Lanaeken fut une entreprise particulière pour recherche de houille. La coupe en a été publiée dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*. On peut en déduire l'épaisseur du Crétacé *in globo* et le niveau occupé par le Primaire; toute la série quaternaire et tertiaire, faute d'échantillons déterminés, reste dans l'ombre.

Enfin, à Eelen, il vient d'être fait un autre sondage dans le même but.

Ce sondage, capital pour la géologie du pays, aurait dû être suivi au point de vue scientifique avec un soin méticuleux; les renseignements qui se sont répandus dans le public scientifique font croire qu'on n'a pas même conservé une série complète d'échantillons. Les uns assurent qu'il y a en ce point 200 mètres de Moséen, d'autres que l'argile rupelienne aurait été atteinte à 250 mètres; qu'on aurait percé la craie et les sables d'Aix-la-Chapelle pour atteindre, vers la cote — 610, un grès rouge, rapporté au Trias; ce grès n'était point encore percé à 888 mètres, niveau auquel le sondage fut arrêté.

Tous ces faits sont d'autant moins excusables que ce travail fut fait sous la surveillance d'un ingénieur, qui collabora à l'une de nos cartes géologiques et sous la direction d'un autre ingénieur qui porte l'un des noms les plus illustres de la science belge.

J'ai l'honneur de proposer à la Société d'exprimer tous ses regrets au sujet de ces faits si hautement regrettables et de prier le Gouvernement de vouloir bien la prévenir lorsqu'il sera fait des travaux intéressants pour la science géologique, d'autant plus qu'il paraît vouloir persister dans les mêmes errements qu'à Malines. Il va mettre en adjudication un sondage d'une cinquantaine de mètres et de *5 centimètres* de diamètre pour alimenter d'eau la caserne de gendarmerie à Termonde. Quel résultat peut donner un travail conçu dans d'aussi fâcheuses conditions. J'ai pris moi-même connaissance du cahier des charges. J'ai la certitude que le Service géologique n'a pas même été averti, malgré l'intérêt scientifique que présente ce genre de travaux.

M. *O. van Ertborn* fait une communication dont il a envoyé la rédaction ci-contre :

LE BÉLIER HYDRAULIQUE

LES POMPES ET LES COMPRESSEURS A AIR.

ÉLÉVATEURS A EAUX ARTÉSIENNES

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN.

Nous croyons utile, avant de parler des *compresseurs à air*, de dire quelques mots de la théorie des *nappes artésiennes*.

La plupart des auteurs qui ont traité de ces couches aquifères ne désignent comme *artésiennes* que celles dont le niveau piézométrique s'équilibre au-dessus du sol, donnant lieu à des *sources jaillissantes*. Toutes celles dont le niveau piézométrique s'équilibre en contre-bas du sol sont désignées comme *ascendantes*.

Ce classement nous paraît subtil, car dans une propriété de quelques ares située sur le pied d'une pente, il suffirait d'une dénivellation de quelques mètres pour que la même couche aquifère fût classée dans deux catégories différentes.

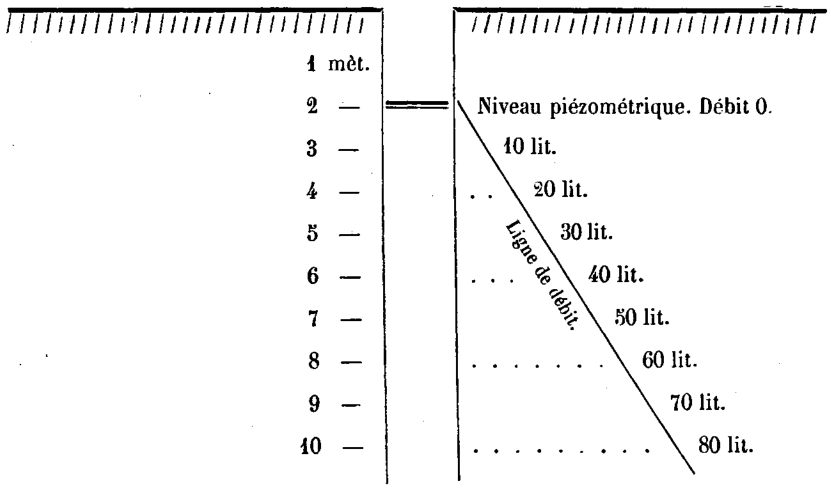
Il paraît donc rationnel de désigner comme *nappes artésiennes* toutes couches aquifères *forcées*, comprises entre deux couches imperméables; la source se déversant au-dessus du sol ou s'équilibrant en contre-bas.

Les sources artésiennes jaillissantes très abondantes sont exceptionnellement rares en Belgique. La petite ville brabançonne de Léau occupe un site privilégié à ce point de vue; le débit des puits artésiens au jaillissement peut atteindre 2000 ou 3000 litres par minute; partout ailleurs ce débit est bien moindre et les propriétaires qui obtiennent 200 ou 300 litres par minute s'estiment comme fort heureux.

Au résumé, plus on s'avance vers l'Est en Belgique, plus on a de chance, à niveau et à perméabilité égaux, de rencontrer de plus fortes

sources et à niveau piézométrique élevé. Le fait est absolument normal, les affleurements des couches perméables occupant des niveaux de plus en plus élevés vers l'Est.

Lorsqu'on connaît le niveau piézométrique d'une source et son débit à un niveau inférieur, ou bien son débit à deux niveaux différents, il est facile de connaître son débit aux diverses profondeurs. Il suffit de prendre les profondeurs comme abscisses et les débits comme ordonnées. On obtient ainsi une ligne droite, qui s'écarte de la verticale et que l'on désigne sous le nom de *ligne des débits* (1), comme le fait voir la figure ci-dessous. Soit un puits dont le niveau piézométrique s'équilibre à 2 mètres sous le sol, et dans lequel, à 6 mètres plus bas, on a puisé 60 litres par minute d'une manière continue.



On prend cette profondeur comme abscisse et le débit comme ordonnée, 22 millimètres par exemple, comme sur la figure, et on la relie au niveau piézométrique. On obtient ainsi une ligne oblique, qui est celle des débits. Il suffit alors, pour connaître les débits du puits aux diverses profondeurs, de mesurer l'écartement de cette ligne de la verticale. Les débits aux différentes profondeurs étant ainsi connus, on en déduit la longueur qu'il faut donner soit aux pompes, soit aux compresseurs pour obtenir la quantité d'eau désirée. Des expériences préliminaires sont donc nécessaires.

(1) Cette ligne peut présenter des irrégularités lorsque le trou de sonde a rencontré dans les roches des fissures aquifères dont le niveau hydrostatique n'est pas le même.

Au peignage de laines de Hoboken lez-Anvers, la source s'équilibre très approximativent au sol et, à 50 mètres plus bas, son débit atteint 530 litres par minute. Celui-ci étant proportionnel à la profondeur, nous constatons une augmentation de $10^{l},6$ par mètre. Cette source provient du sable laekenien, assez fin et, par là même, d'une perméabilité secondaire.

A Louvain, des jaugeages très précis, faits par M. l'ingénieur Mathei aux ateliers Dyle et Bacalan, ont établi que le débit du puits du sol (cote 17.81) est de 165 mètres cubes par vingt-quatre heures et qu'à $4^{m},92$ plus bas, il est de 564 mètres cubes pendant le même espace de temps. L'augmentation de débit est donc de $56^{l},5$ par mètre de profondeur. Cette source sourd des fissures du Crétacé.

Enfin, à Hougaerde, à la sucrerie du Grand-Pont, des expériences de pompage furent faites avec beaucoup de soin le 25 juin et le 5 juillet 1887, et l'eau déversée dans des réservoirs en tôle de grande capacité. (1)

La surface du sol se trouve à la cote 55.76, le niveau piézométrique à la cote 49.49 et celui du débit de 940 litres par minute à la cote 46.61. L'augmentation de débit par mètre est donc de 327 litres. Ce puits, qui a sa source dans les fissures du Landenien inférieur, n'a que $28^{m},50$ de profondeur.

Cette augmentation de 327 litres par mètre est considérable et supérieure, croyons-nous, à celle des sources de Léau.

La source de Louvain est donc 5.3 fois plus abondante que celle de Hoboken et celle de Hougaerde 5.8 fois plus forte que celle de Louvain.

Dupuit, dans son *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, page 99, a établi une formule qui permet de comparer les débits. Il désigne par α une constante dépendant de l'épaisseur et de la perméabilité de la nappe aquifère dans l'équation :

$$Q = \alpha H,$$

dans laquelle Q représente la quantité et H la hauteur.

Pour comparer les débits, il suppose que toutes les colonnes ont été coupées à 1 mètre au-dessous du niveau piézométrique. Le chiffre du débit est alors le coefficient α.

(1) Voir *Soc. royale malac. de Belgique*, t. XXIX, 1894, *Mém.*

Nous obtenons ainsi :

Pour	Hoboken-Peignage.	0,000,300
—	Louvain, Dyle et Bacalan. . .	0,001,550
—	Hougaerde Grand-Pont . . .	0,009,000

Ce dernier coefficient est très élevé ; il est double de celui du puits de Passy, qui n'est que de 0,004.

Ces données sont absolument de rigueur pour établir les moyens d'exhaure, car il n'est point nécessaire de dire qu'on n'a jamais, au sol, la quantité d'eau désirée, et encore moins par déversement dans un château d'eau.

Il y a cinquante ans, les sondages à Bruxelles ne dépassaient pas le sable vert landenien ; à cette époque, cette nappe était encore jaillissante. Il existait un puits artésien jaillissant, rue du Poinçon, que l'on apercevait dans une cour, la porte d'entrée étant perpétuellement ouverte.

Le dernier qui fut jaillissant à Bruxelles, tout au moins à notre connaissance, fut celui foré en 1889 dans la sucrerie du quai de Halage et qui a sa source dans le Crétacé.

Depuis, la quantité d'eau considérable puisée dans le sous-sol de la capitale a déprimé le niveau des nappes qui, en certains points de la vallée de la Senne, s'équilibrent à présent à 15 et 18 mètres en contre-bas du sol.

Avant de parler des appareils élévateurs, pompes et compresseurs, nous citerons le cas exceptionnel en Belgique d'un puits artésien élevant lui-même son eau sur le sommet d'une colline.

Nous avons foré en 1874 un puits artésien au château de Mont-Saint-Jean, à Zeelhem. Ce manoir est situé à 3 kilomètres au Sud-Est du clocher de Diest, sur une colline qui, formant promontoire, domine, d'une vingtaine de mètres, la vallée du Démer. Le propriétaire avait fait exécuter l'année précédente par un sondeur, dont nous ignorons le nom, un forage sur le sommet de la colline, à $23^{m},48$ au-dessus de la vallée ; l'entreprise échoua à 75 mètres de profondeur. La question nous parut fort mal étudiée, car, en ce point élevé, les chances d'obtenir des eaux jaillissantes étaient nulles et les frais de pompage auraient été fort considérables.

Chargé de reprendre les travaux, nous établîmes le chantier au pied de la colline, entre celle-ci et le Zwarte Water, affluent du Démer,

qui, après s'en être approché à quelques mètres, s'en éloigne ensuite pour rejoindre la rivière bien en aval (1).

Le sondage, exécuté à la la cote 20, rencontra plusieurs sources jaillissantes, dont la plus forte débite 305 litres à 2 ou 3 mètres au-dessus du fond de la vallée; on établit un bélier hydraulique, envoyant une centaine de litres par minute au château.

Comme moyen d'exhaure, l'appareil inventé par Mongolfier est le plus économique, il ne demande même aucune surveillance; malheureusement, il est bien rare qu'on puisse l'appliquer à l'élévation des eaux artésiennes.

Lorsque la source jaillit faiblement, ou bien si son niveau piézométrique se trouve à très petite profondeur au-dessous de la surface et que son coefficient de débit est élevé, il suffit parfois de puiser l'eau à l'aide d'une simple pompe aspirante.

A la sucrerie du Grand-Pont, à Hougaerde, une pompe de ce genre puise 1 100 litres par minute, mais les cas de l'espèce peuvent être considérés comme exceptionnellement rares. Généralement, pour avoir une plus grande quantité d'eau, on suspendait dans le puits une pompe aspirante et foulante. Celle du premier puits artésien (2) du peignage de laines de Hoboken avait une cinquantaine de mètres de longueur et son débit dépassait 500 litres par minute.

On comprendra sans peine qu'une pompe de ce débit, donnant douze coups par minute, doit avoir des dimensions relativement considérables. Déjà, avec cette vitesse, il se produit des trépidations qui, se communiquant aux tubages de retenue, peuvent nuire, dans certains cas, à la bonne conservation du puits. Personne n'ignore que des vibrations transmises à un sol, même faiblement imprégné d'eau, ont une tendance à le transformer en bouillie; de plus, la colonne d'eau pesant lourdement sur le piston, il faut un balancier occupant beaucoup de place pour lui faire contrepoids. Enfin, la transmission de la machine à vapeur à la pompe est souvent difficile et parfois très coûteuse à établir.

Les grains de sable entraînés par l'eau fatiguent beaucoup les cercles du piston et les clapets. Une marche continue de jour et de nuit occasionne des frais d'entretien considérables, et il faut remplacer de temps en temps les clapets et les cercles. En raccordant le porte-clapet de

(1) Pour la coupe du puits, voir *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XII, pp. 127-128.

(2) Remplacée depuis par un compresseur.

retenue à un étrier fixé au piston, on peut retirer assez rapidement le mécanisme de la pompe et le remplacer immédiatement par un autre.

A Hoboken, où l'on était fort habile, cette opération se faisait en soixante-quinze minutes, et la pompe de 50 mètres, arrêtée à midi, se remettait en marche à 1 h. 15.

L'introduction du compresseur à air en Belgique par nos amis MM. Wielemans-Ceuppens, membres de la Société, fut un vrai bienfait pour l'industrie, et nous devons rendre hommage à leur initiative.

Les pompes monumentales, les transmissions difficiles et encombrantes furent supprimées et le tuyau à air comprimé suit les murs comme les tuyaux à gaz.

Le « compresseur à air » se compose :

1° D'un moteur, moulin à vent, moulin à eau, turbine, machine à vapeur ou électrique actionnant une pompe à air. De ces engins, nous n'avons pas à nous occuper, on peut les varier à l'infini.

2° La pompe à air refoule l'air comprimé dans un réservoir en tôle de quelques mètres cubes de capacité, muni d'un manomètre.

3° De l'appareil élévateur, qui se compose de deux tuyaux : le tuyau à air, qui est relié au réservoir à air et muni d'un robinet, et du tuyau à eau.

Cet appareil est donc d'une simplicité que l'on peut qualifier de phénoménale.

Le diamètre des tuyaux est généralement dans le rapport de 1 à 3; le tuyau à air a de 1 $^1/_4$ à 1 $^1/_2$ pouce de diamètre et le tuyau à eau trois fois plus. Cette proportion paraît la plus avantageuse.

La partie inférieure du tuyau à eau est généralement un peu évasée sur $0^m,60$ de hauteur et, à $0^m,30$ de sa base, reçoit le tuyau à air, recourbé en demi-cercle, comme le fait voir le croquis n° 1. Les deux tuyaux sont reliés entre eux par des collets et suspendus dans le puits.

Lorsque la section du puits est trop petite, on place le tuyau à air dans le tuyau à eau, comme le fait voir la figure 3.

A la rigueur, on peut ne placer qu'un tuyau à eau et se servir de la colonne de retenue du puits comme de tuyau à air, comme le fait voir la figure 2. Toutefois, dans ce cas, il faudrait que la section du puits artésien fût fort réduite et la source d'une abondance extrême, provenant de roches fissurées.

Généralement, on donne aux forages des sections beaucoup trop petites; le diamètre minimum devrait être d'eau moins $0^m,20$; $0^m,28$ et $0^m,36$ sont bien préférables. Il va de fait que, plus la section du

puits est petite, plus la vitesse de l'eau est grande à quantités égales et, par là même, plus est grand l'entraînement du sable dans les couches aquifères de cette nature. Il nous semble inutile d'ajouter que les diamètres de $0^m,05$, adoptés à Malines et à Termonde, ne permettent l'emploi d'aucun appareil-élévateur.

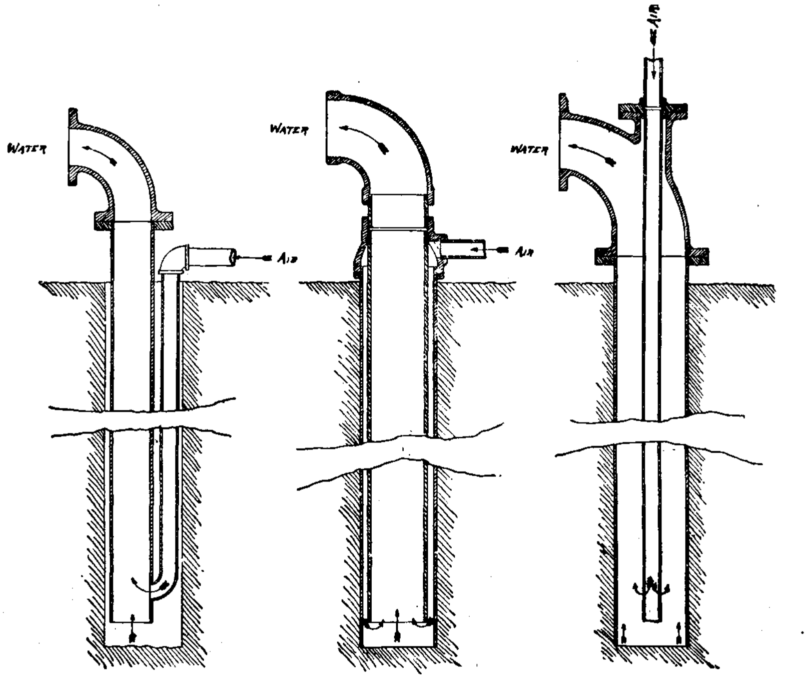


FIG. 1. FIG. 2. FIG. 3 (1).

Le moteur mis en marche, le réservoir à air mis en pression, on ouvre le robinet du tuyau à air et, peu d'instants après, on voit l'eau projetée avec force, jaillir à jet continu par le grand tuyau.

Les appareils placés à la surface sont d'un entretien facile et ceux placés dans le puits n'en demandent aucun. Une simple inspection des croquis ci-dessus le prouve à l'évidence.

On se demandera quelle est la théorie de ce singulier appareil; cette théorie est aussi simple que lui. Elle repose sur la différence de densité des deux colonnes d'eau. La colonne d'eau qui se trouve comprise entre

(1) Dans ces figures, la sortie de l'eau refoulée à l'extrémité supérieure des tubes est indiquée par le mot *water :* ce qui provient de ce que nous avons utilisé un cliché obligeamment prêté, à notre demande, par la maison *The Ingersoll-Sergeant Drill Company,* de New-York.

les tuyaux à air et à eau et le tubage du puits a pour densité 1 et celle du tuyau à eau, mélange d'eau et d'air, a une densité de 0,5 à 0,4. Il s'ensuit que la colonne lourde refoule la colone légère avec d'autant plus de force que la différence de densité est plus grande.

Il se forme ainsi dans la colonne des alternances d'eau et d'air comprimé; ce dernier empêche l'eau de redescendre et l'entraîne dans son mouvement ascensionel.

En pratique, la différence de hauteur des deux colonnes ne doit pas dépasser la proportion 1 : 2, sinon on aurait une trop grande dépense de force et, par là même, d'argent.

Supposons un puits de 100 mètres de profondeur et le niveau piézométrique au sol, on pourra pomper l'eau par compression jusque 50 mètres pour opérer pratiquement, comme nous le disions plus haut.

Nous avons déjà signalé tous les avantages du compresseur au point de vue usuel par la suppression de tout mécanisme dans le puits, avantage inappréciable. Il en est d'autres qu'indiquent les constructeurs de ces appareils. Ainsi les grains de sables entraînés fatiguent énormément les pompes et passent inaperçus dans la tuyauterie du compresseur; le moteur peut être à une distance relativement grande du puits; la détente de l'air comprimé exerce une action réfrigérante; le même réservoir à air, s'il a une capacité suffisamment grande, peut actionner plusieurs compresseurs simultanément; tous ces faits avantageux sont indiscutables, mais il est une assertion que nous ne pouvons admettre, c'est que le compresseur puisse tirer d'un puits plus d'eau qu'une pompe. La question à ce point de vue doit être nettement posée.

Supposons, comme précédemment, un puits de 100 mètres de profondeur, ayant son niveau piézométrique au sol et une pompe puisant 500 litres par minute en déprimant le niveau de 30 mètres, point où il reste constant sous l'effet de cet épuisement.

Un compresseur déprimant ce même niveau à 30 mètres n'en tirera pas un litre de plus, et le débit à l'écoulement naturel serait le même si nous pouvions couper la colonne à 30 mètres sous le niveau piézométrique de la source.

Le débit d'une source dépend de la perméabilité de la couche et de la charge et nullement des appareils élévateurs. Ce fait est indiscutable.

Il est donc évident que si un compresseur a tiré plus d'eau d'un puits, c'est qu'il déprimait davantage le niveau hydrostatique.

Si, d'une part, le compresseur à air présente les nombreux avantages que nous venons de signaler, il est un cas où l'avantage peut rester à la pompe. Supposons toujours le même puits de 100 mètres et le niveau

hydrostatique s'équilibrant non pas au sol, mais à 20 mètres au-dessous, et qu'il faille élever l'eau dans un réservoir de 20 mètres de hauteur, nous aurons donc 120 mètres du fond du puits au réservoir, hauteur dont la moitié se trouve à 20 mètres au-dessous du niveau hydrostatique, point maximum que le compresseur peut déprimer d'une manière pratique.

Le rendement du puits sera donc son débit à 20 mètres sous le niveau piézométrique, tandis que la pompe pourra le déprimer à 40 mètres et débiter une quantité d'eau double.

Pour éviter cet inconvénient, deux établissements industriels voisins de la gare de Bruxelles-Ouest élèvent l'eau jusqu'au sol à l'aide d'un compresseur et la renvoient dans les réservoirs à l'aide d'une pompe. L'eau est donc élevée à l'aide d'un relai, et s'il n'y avait pas avantage, ces industriels, éminemment pratiques, ne l'emploieraient pas.

Nous ne croyons pas que l'emploi de cet appareil se généralisera en Belgique : les nappes artésiennes ne sont pas assez abondantes et il nous semble qu'il faut un débit minimum de 200 à 250 litres par minute pour l'employer utilement. L'extension de l'argile ypresienne sur presque toute la Flandre ne permet pas aux eaux de s'infiltrer profondément; le Crétacé n'existe souvent plus, et si l'on en trouve des lambeaux, ils sont peu épais et peu fissurés; on n'a d'autres ressources que des fissures du Cambrien; or la rencontre de celles-ci est bien aléatoire et si les roches primaires se trouvent à une profondeur trop grande, on risque de trouver des eaux minéralisées.

Quelques zones de l'agglomération bruxelloise, telles que les environs de l'abattoir d'Anderlecht et le pied du boulevard Léopold, sont assez favorisées; à Louvain et à Vilvorde, où l'épaisseur de la craie dépasse 30 mètres, toutes les tentatives ne sont pas certaines de réussir. La banlieue de Tirlemont et la partie méridionale du Limbourg au Sud du Démer peuvent être considérées comme les régions les plus favorables pour l'établissement des puits artésiens en Belgique.

Le Bruxellien, le plus perméable de nos sables, paraît ne pas exister à l'Ouest du méridien de Bruxelles; il plonge au Nord-Est, et le forage du château de Westerloo est le seul qui l'ait rencontré en profondeur. Il y est recouvert par d'autres sables de l'Éocène remplis de blocs de grès, comme lui-même. Ces grès durs, alternant avec des couches de sable mouvant, rendront toujours l'exécution des sondages coûteuse et difficile dans cet horizon géologique. Cet état général limitera forcément l'emploi des « compresseurs à air », comme moyen d'exhaure pour l'eau en Belgique.

Nous ignorons le nom de l'inventeur du compresseur à air. En

Allemagne, il est désigné sous le nom de Pompe-Mammouth (1). Les Américains le désignent « The Polhé air lift systeme ». Le docteur Julius Polhé est décédé le 7 octobre 1876; il aurait découvert ce système de pompage et aurait consacré plusieurs années à le perfectionner.

Voici ce qu'au point de vue bibliographique nous avons pu découvrir au sujet de cet appareil :

Brevet américain Brear de 1862, n° 1017.
Brevet américain Landshell de 1866, n° 1717.
Reuleaux. *Le Constructeur.* Paris, 1890, p. 896, fig. 973.
Mouvement mécanique de Brou, 1880, fig. 475-476 du Code général.
P. Berthot, *Traité de l'élévation des eaux,* 1893, p. 298, chap. 240.

M. *O. van Ertborn* présente pour les *Mémoires* une série de coupes et de renseignements fournis par de nombreux sondages, restés inédits, effectués à Bruxelles et aux environs.

(1) En Amérique, le pompage par l'air comprimé est en usage depuis longtemps. La société *The Ingersoll-Sergeant Drill Company,* à New-York, s'occupe tout particulièrement de ce mode d'élévateurs d'eau. Elle a même deux succursales en Europe (Berlin, C. Kaiser-Wilhelm Strasse 2, et à Londres). Les machines motrices paraissent fort perfectionnées.

MM. *Alley et Maclellan,* à Glasgow, en Angleterre, construisent également ces appareils; la maison *Borsig* de Berlin en a placé un grand nombre en Allemagne et ailleurs, et nous avons la certitude que les bons constructeurs ne manquent pas en Belgique.

La compagnie Ingersoll-Sergeant a placé à Asburg-Park, en Amérique, des appareils très puissants qui élèvent 1 500 000 gallons d'eau par jour (*); au fort Madison, on puise 4 000 000 de gallons par vingt-quatre heures; les moindres débits sont de 200 gallons, soit environ un mètre cube par minute, ce qui est encore fort joli.

En Allemagne, la maison Borsig a fourni entre autres les compresseurs de la sucrerie de Culmsee dans la Prusse occidentale, débitant 15 000 litres par minute, et beaucoup d'autres, dont il en est qui ne dépassent pas 100 litres. Ces derniers sont rares; généralement la quantité d'eau élevée est beaucoup plus considérable.

Lorsqu'on désire placer un compresseur, le constructeur pose au client une série de questions, qui peuvent se résumer ainsi :

1° Le diamètre du puits sur toute la profondeur;
2° Le niveau piézométrique et la source;
3° Le rendement du puits en pompant et la dépression que subit son niveau pour une quantité déterminée.
4° Le niveau auquel l'eau doit être élevée;
5° La quantité d'eau nécessaire.

Les représentants de ces diverses maisons se sont empressés de nous fournir tous les renseignements demandés dans l'intérêt des lecteurs de notre *Bulletin* et spécialement des membres de la Société; qu'il nous permettent de leur adresser nos sincères remerciements.

(*) Le gallon : 4l,54.

Sans présenter par eux-mêmes un intérêt de nouveauté réclamant leur publication à ce titre, ces sondages constituent, par leur réunion, une documentation que justifie le titre donné à son travail par M. van Ertborn et qui est : **Contribution à la carte du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise.**

Ces données, quand elles seront complétées par d'autres complémentaires qu'il s'efforcera de réunir, permettront à ceux qui le désireront de dresser, par exemple, la topographie souterraine de Bruxelles, suivant les phases représentées par les contacts successifs du Primaire, du Secondaire, du Tertiaire et du Quaternaire, et c'est à ce titre que M. van Ertborn demande la publication de ces documents — inédits d'ailleurs — dans le recueil de nos *Mémoires*. — Accepté.

M. le *Président* remercie M. le baron *O. van Ertborn* des renseignements qu'il vient de fournir et lui exprime le désir de le voir lui-même établir les tracés des diverses phases de la topographie souterraine de Bruxelles, ce à quoi M. *van Ertborn* ne se refuse pas.

Celui-ci faisant ensuite allusion à quelques sondages pratiqués à Turnhout, Esschen, Tilbourg, M. le *Président* le prie de bien vouloir consigner dans une note à présenter ultérieurement les observations et constatations que ces dernières recherches ont amenées.

M. le professeur *F. Sacco*, de Turin, a fait parvenir la communication suivante :

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

RELATIVES A UN

PROJET DE CAPTAGE ET D'ADDUCTION D'EAU POTABLE

des vallées de Lanzo

POUR L'ALIMENTATION DE LA VILLE DE TURIN

PAR

F. SACCO.

La ville de Turin est pourvue, depuis environ un demi-siècle, d'une bonne eau potable provenant de l'exploitation d'une nappe d'eau souterraine alimentée par les précipitations atmosphériques qui tombent dans le bassin alpin de Val-Sangone. Mais comme ce bassin est de peu d'étendue et dépourvu de glaciers, il s'ensuit qu'en été la réserve aquifère devient insuffisante, d'autant plus que la population de Turin s'est

notablement augmentée dans ces dernières cinquante années, atteignant le chiffre d'environ 340,000 habitants.

En conséquence, on s'occupe, depuis quelque temps, de trouver une nouvelle région d'extraction d'une bonne eau potable à ajouter à celle dont on se sert actuellement. Dans ces recherches, on remarque actuellement la tendance à laisser de côté les eaux des simples nappes phréatiques et à recourir plutôt aux zones profondes, ou bien aux sources de montagne. Les essais effectués récemment près de Turin par des puits profonds de 50, 60 et 70 mètres dans la plaine de Veneria donnèrent des résultats suffisamment satisfaisants pour la qualité; mais l'eau n'est pas très abondante : par conséquent, les recherches tendent toujours plus à se rapprocher des régions alpines.

Malheureusement, la grande vallée de Suse, qui fait face à Turin et qui semblerait la plus favorable au but recherché, est traversée par des terrains calcaires et gypseux du Trias et présente, par conséquent, des eaux un peu dures et séléniteuses. Plusieurs autres vallées alpines piémontaises ont déjà leurs eaux utilisées pour des travaux agricoles ou industriels, ou bien sont trop éloignées de Turin : par conséquent, les recherches se dirigent actuellement vers le bassin montueux de la Stura de Lanzo.

Au débouché de la vallée de Lanzo dans la grande plaine padane, on trouve bien une série de sources (dans la région Cafasse) (1) qui paraissent propres au but en question, mais elles prennent leur origine dans une zone phréatique peu profonde. Comme je l'ai dit, par suite de la tendance qui prédomine présentement dans cet ordre de recherches, ces sources et cette zone ne sont pas prises en considération autant qu'elles le mériteraient.

Dans la partie haute de la vallée de Lanzo (branche d'Ala), vers 1 750 mètres au-dessus du niveau marin se trouvent des sources copieuses, fraîches et pures qui, depuis quelques années, attirèrent l'attention de l'Administration communale de Turin, laquelle, après en avoir fait l'acquisition, fit préparer un projet de dérivation, en en confiant la partie géologique au Prof. F. Sacco.

Avant tout, on devait établir l'origine de ces sources et chercher ensuite le meilleur moyen de les utiliser.

Ces sources sont indiquées comme *Sources du Piano de la Mussa,* parce qu'elles ont leur origine sur un large plateau de ce nom, qui s'étend

(1) F. Sacco, *Sopra un Progetto di derivazione d'acqua potabile dalla Regione di Cafasse presso Lanzo.* Torino, 12 nov. 1892.
F. Sacco, *Osservazioni geologiche.* Torino, 6 Ag. 1899.

depuis 1 748 à 1 800 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, au milieu d'un vaste cercle de montagnes abruptes couvertes çà et là par quelques glaciers assez importants. Or, comme ces sources viennent au jour près d'une des pentes rocheuses qui entourent le bassin de la Mussa, on croyait généralement qu'elles sortaient de la roche même. Au contraire, la nature de cette roche (serpentine), la variabilité de débit de ces sources (par rapport à la fonte des masses glaciales voisines), la forme et la constitution du bassin (un ancien lac barré par une moraine et comblé pendant la période terrassienne) et autres considérations portèrent le Prof. Sacco à la conclusion que *les sources de la Mussa représentent en quelque sorte l'affleurement (combiné avec un phénomène de débordement amené par une barrière souterraine) d'un bassin d'eau imbibant les dépôts d'alluvion qui remplissent l'ancienne dépression lacustre, changée maintenant en plaine de la Mussa* (1).

La précision de cette conclusion a été prouvée matériellement trois ans plus tard par l'expérience de l'introduction d'une solution d'uranine dans des puits profonds creusés dans le *Piano de la Mussa* à 1 kilomètre environ en amont des sources susdites, qui en furent fortement colorées deux jours après cette introduction.

Ayant ainsi établi l'origine des sources en question, restait le problème de leur utilisation; car elles présentent le grave inconvénient d'être à la vérité très copieuses dans la période d'été (jusqu'à plus de 1 000 litres par seconde en juillet) pendant la fonte des neiges et des glaciers, mais de s'appauvrir notablement, parfois jusqu'à moins de 100 litres par seconde; certaines cessent même entièrement dans la période hivernale quand le processus de fusion s'arrête; par conséquent, il était nécessaire de chercher le moyen de constituer une espèce de compensation entre ces deux débits si différents, dont le résultat combiné serait justement convenable pour l'alimentation de Turin.

Le Prof. Sacco conseilla, dans son rapport de 1898, de diminuer l'inconvénient sus-exposé *au moyen de travaux de drainage un peu profonds*. Par contre, un groupe d'ingénieurs proposa de construire une digue de plus de 30 mètres de hauteur dans la région de rétrécissement en aval du *Piano de la Mussa*, de manière à le convertir en un très vaste lac-réservoir. Le projet sembla de prime abord efficace et convenable, mais, soumis à l'examen géologique (2), il parut peu praticable :

1° Parce que le soubassement de cette digue colossale, estimé de

(1) F. Sacco, *Relaz. geol. Prog. derivaz. acqua potabile per la Città di Torino*, 1898.
(2) F. Sacco. *Osserv. di Geol. appl. riguardo. Prog. Cond. acqua pot. dal Piano della Mussa a Torino*, 1900.

peu de mètres de profondeur par les auteurs du projet, aurait dû plonger à une centaine de mètres environ dans des dépôts sablonneux, alluvio-lacustres, imbibés d'eau, ce qui fut démontré par des expériences faites à l'aide de sondages poussés à 60 et 70 mètres de profondeur sans atteindre la roche en place. Le travail se présentait par conséquent dans des conditions très difficiles et avec une augmentation de plusieurs millions sur la dépense estimée;

2° Parce qu'il n'est pas convenable d'implanter la digue sur la moraine terminale qui barre le *Piano de la Mussa,* soit par suite de la nature peu solide de ce terrain, soit parce que ce terrain est perméable; ce qui rendrait nécessaire, dans ce cas aussi, d'approfondir la digue de plusieurs dizaines de mètres pour arriver à la roche solide en place;

3° Le réservoir projeté en haute montagne, alimenté par divers affluents de caractère parfois torrentiel et entouré par des pentes rocheuses, sujettes à des éboulements, peut se combler assez rapidement;

4° Les eaux qui se seraient accumulées dans ce réservoir, en outre de celles des sources sus-indiquées, proviennent pour une partie très notable de la fonte des glaciers riches en matériel morainique, et par conséquent elles sont finement boueuses, blanchâtres, et ne perdent leur opalescence qu'après plusieurs mois de repos complet; pour ce motif, elles seraient peu conseillables comme eaux potables.

Ayant donc abandonné l'idée ci-dessus exposée d'un réservoir, on revint au projet du Prof. Sacco formulé en 1898, c'est-à-dire d'utiliser les eaux, même des régions profondes, du *Piano de la Mussa,* et de corriger, au moyen de travaux de drainage, les variations de débit ou de rendement des sources indiquées.

En effet, le *Piano de la Mussa,* comme on vient de le dire, représente le comblement, relativement de date récente, d'un profond bassin lacustre amené par un barrage morainique; or, comme ce dépôt alluvio-lacustre, de l'épaisseur moyenne d'une centaine de mètres et d'un volume que l'on peut calculer à plus de 20 millions de mètres cubes, est en grande partie aquifère et représente conséquemment une réserve considérable d'eau, une sorte de lac souterrain, il paraît logique de tâcher de l'utiliser pour le but en question. Il faut cependant observer que, pour des causes diverses, spécialement à cause de la présence de zones assez étendues de fin matériel argileux peu perméable, cette réserve d'eau utilisable est peut-être évaluée pratiquement à seulement environ 2 millions de mètres cubes.

De plus, comme l'expérience faite avec l'uranine démontra que la

zone aquifère dont il s'agit représente plutôt un courant localisé qu'un lac souterrain, il en résulte, pour ce motif aussi, que la quantité d'eau calculée d'abord comme réserve utilisable ne serait probablement pas obtenue.

Quant au moyen d'utiliser cette importante zone d'eau souterraine, il semblerait naturel de l'effectuer par l'établissement de galeries profondes sub-horizontales à travers la moraine qui ferme le *Piano de la Mussa,* presque de la même manière dont on viderait un vaste réservoir. Les ingénieurs, au contraire, chargés de la partie technique du projet, afin d'éviter les grandes difficultés des galeries dans un terrain mobile et imbibé d'eau, cherchent à exécuter cette dérivation par des galeries que l'on ferait d'abord verticalement dans la roche serpentineuse compacte, constituant le flanc gauche du bassin de la Mussa : ces galeries, arrivées à une profondeur convenable, seraient dirigées vers l'intérieur du bassin souterrain de manière à aboutir dans les dépôts sédimentaires imbibés d'eau, en devenant ainsi des galeries d'absorption qui, naturellement, auraient ensuite un débouché, toujours avec parcours en parois rocheuses, en un point un peu inférieur de la vallée.

Ce projet hardi paraît devoir rencontrer de graves difficultés.

Comme il résulte de ce qui vient d'être exposé, la Géologie eut une part large et importante dans la solution du problème en question, soit en éliminant les projets qui, pratiquement, auraient présenté d'énormes difficultés d'exécution, obligeant à la dépense de plusieurs millions en plus de ceux destinés à cet ouvrage et avec des résultats finaux peu satisfaisants, soit en dirigeant cette solution vers une méthode plus pratique, moins coûteuse, et qui semble devoir donner les meilleurs résultats. De plus, comme la conduite d'amenée, qui longerait la vallée de Lanzo pendant plus de 30 kilomètres, devrait se faire en grande partie en galerie, un examen de géologie appliquée (1) a donné les premières lignes de la méthode que l'on devrait suivre dans ces travaux, a fait prévoir les principaux dangers que l'on devrait éloigner et a permis de dresser un calcul approximatif de la dépense que l'on devrait faire. Les frais du travail, du revêtement des galeries, etc., changent, en effet, beaucoup selon la tectonique, les diverses roches ou les terrains variés que l'on doit traverser (gneiss, serpentine, prasinite, moraines, éboulements, etc.).

(1) F. Sacco, *Osserv. geol. appli. etc.* (V. *ante*).

Le projet sus-indiqué est maintenant *sub judice* devant l'Administration communale de la ville de Turin, mais il a, contre son acceptation, le fait de la forte dépense nécessaire à son exécution, sans compter quelques incertitudes fondamentales. Tout bien considéré, il est peut-être plus prudent de revenir à l'étude des zones aquifères phréatiques de la plaine de la Stura di Lanzo, en aval de cette ville.

La séance est levée à 10 h. 40.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 21 MAI 1901.

Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie. Grenoble, 1902.

Le VIe Congrès d'hydrologie, de climatologie et de géologie, qui devait se tenir à Grenoble cette année, a été retardé en raison de ce que l'énorme quantité des congrès en 1900 en avait rendu l'organisation difficile.

Il sera donc ouvert dans les premiers jours d'octobre 1902, à Grenoble.

Le Comité local d'organisation se compose de :

MM. Berlioz, professeur à l'Université, secrétaire général.
Kilian, professeur de géologie à la Faculté des sciences.
Picaud, professeur suppléant à l'École de médecine.
Primat, ingénieur des mines.

MM. Albert Rodin et Leudet, désignés par le Congrès de Liége (1898) pour organiser le Congrès suivant, se sont adjoint, pour former le Comité parisien, MM. Frédet, Durand-Fardel, Morice, de Ranse et Sénac-Lagrange.

Toutes les communications relatives au Congrès devront être adressées à M. le Prof. *Berlioz*, secrétaire général, à Grenoble.

Les divers travaux du Congrès comprendront :

A. *Hydrologie scientifique.*
B. *Hydrologie clinique.*
C. *Climatologie.*
D. *Géologie.*

La géologie embrassera diverses questions, parmi lesquelles les suivantes fourniront l'objet de rapports préalables :

1° Les eaux minérales bien captées subissent-elles des variations suivant les saisons, et quelles variations? *Rapporteur :* M. LABAT.

2° Relations des principales sources thermales du Dauphiné avec la nature géologique du sol; leur origine. *Rapporteur :* M. KILIAN.

3° Statistique des sources minérales de la Savoie et du Dauphiné; leur composition et leur thermalité. *Rapporteur :* M. PRIMAT.

4° Conditions géologiques et origine des eaux minérales d'Oriol et de La Motte (Isère). *Rapporteur :* M. LORY.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Sommaires de la « Revue de géologie pratique ». (Zeitschrift für praktische Geologie.)

FASCICULE IV, D'AVRIL 1901.

Articles originaux.

O. BEYER, La nouvelle distribution d'eau de la ville de Bautzen et les rapports de cette eau avec le sous-sol, pp. 121-140.

C. GÄBERT, Les gîtes métallifères entre Klingenthal et Graslitz, dans l'Erzgebirge occidental, pp. 140-144.

F. HUPFELD, Le bassin houiller de San-Juan de las Abadesas, dans les Pyrénées orientales, pp. 145-146.

Travaux récents analysés.

C. GAEBLER, Les couches de Schatzlar (Orzesche) du bassin houiller de la Haute-Silésie (*Preuss. Zeitschr. Berg. Hutten- und Salinenw.*, Bd XLVIII), pp. 147-149.

SVENONIUS et PETERSSON, Nouvelles recherches sur le district minier de Jukkasjärvi (Laponie), pp. 149-150.

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

A. Arnold, Carte minière du district houiller de Zwickau. Zwickau, 1900.

F. Bennhold, Code minier général des États prussiens, du 24 juin 1885, etc. Essen.

G. Bodenbender, Les minéraux, leur description et analyse, particulièrement de ceux de la République Argentine. Cordoba, 1899.

Bornéo et ses gîtes pétrolifères. (*The Petrol. ind. techn. Review*, 1899.)

A. Gurlt, La loi sur l'exploitation des sables aurifères, etc., de la Nouvelle-Galles du Sud, du 22 décembre 1899. (*Zeitschr. f. Bergrecht*, 1901.)

N. Kotsowsky, La composition du grisou dans les charbonnages du bassin du Donetz. (*Bull. Soc. de l'Industr. Min.*, sér. III, t. XIV, 1900.)

R. von Lendenfeld, Les hautes montagnes de la terre. Freiburg, 1899.

N. Mancas, Moniteur des intérêts pétrolifères roumains. Revue bimensuelle. Bucarest.

H. Moissan, Le fluor et ses combinaisons. Traduction allemande par Th. Zettel. Berlin.

R. Pöhlmann, Les sables aurifères de Punta-Arenas, Terre de Feu. (*Verh. deutsch. wiss. Ver. Santiago*, Bd IV.)

Carte géologique et agronomique de la Prusse et des États Sturmgiens au 25,000^e, fasc. 69 et 80.

L. Szajnocha, Sur l'origine du pétrole des Carpathes. (*Naphta*, 1899.)

Idem, L'industrie du pétrole de la Galicie. (*Oest.-Ung. Revue*, Bd XXV.)

B. — Choix de titres parmi les indications d'ouvrages et de mémoires récemment parus, signalés dans la Revue.

E.-S. Auscher, L'art de découvrir les sources et de les capter. (Paris, 278 pages et 79 figures).

A. Bordeaux, Les mines d'or de la Californie. (*Rev. univ. Mines*, t. LIII.)

C. Burckhard, Profils géologiques transversaux de la Cordillère argentino-chilienne, stratigraphique et tectonique. (La Plata, 1900, 136 pages et 32 planches.)

G.-F. Dollfus, Relations entre la structure géologique du bassin de Paris et son hydrographie. (*Ann. Géogr.* Paris, 1900, 51 pages et 1 carte.)

FÈVRE et CUVELETTE, Notice géologique et historique sur les bassins houillers du Pas-de-Calais et du Boulonnais (Arras, 1900, Repessé-Crépal.)

GRAND'EURY, Sur la formation des dépôts houillers. (*Berg. Hüttenw. Zeitschr.*, 1901.)

HAUSER, L'or au point de vue géologique, métallurgique et économique.

H. MÜLLER, Les filons métallifères du district minier de Freiberg. Leipzig.

A. RENIER, La formation de la houille et des bassins houillers, etc. (*Rev. univ. Mines*, t. LIII.)

Notices.

La production de l'or en 1899 et 1900.

Les gîtes aurifères de l'Égypte.

La production de métaux aux États-Unis en 1899 et 1900.

La production d'étain de la Bolivie.

L'exportation de minerais de fer du lac Supérieur, par voie d'eau, en 1899 et 1900.

L'exportation de houille de l'Angleterre en 1899 et 1900.

Nouveaux gîtes houillers en Russie.

Découverte de pétrole en Perse.

FASCICULE V, DE MAI 1901 (pp. 161-200).

Articles originaux.

L. DE LAUNAY, Le gisement de pyrites de Saint-Bel (Rhône), pp. 161-170, 7 fig.

A. LEPPLA, Sur le soi-disant « Sonnenbrand » (brûlure de soleil) des basaltes, pp. 170-176, 2 fig.

W. WOLFF, Le levé géologique des États scandinaves. I. Le Danemark, pp. 176-180, 1 fig.

J.-H.-L. VOGT, Nouvelles recherches sur la formation de minerais de fer titanifères dans des roches éruptives basiques (*suite*), pp. 180-186.

Travaux récents analysés.

SEMPER, Les gîtes aurifères de l'Erzgebirge transsylvanien (*Abt. k. preuss. geol. Landesanst.*, 1900), pp. 186-194, 5 fig.

E. MAIER, Les filons métallifères de Bockswiese (Harz). (*Ber. Naturf. Gesellsch. Freiburg*, Bd XI, pp. 194-197, 2 fig.)

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

H. Müller, Les filons métallifères du district minier de Freiberg. Leipzig.

B. — Choix de titres parmi les indications d'ouvrages et de mémoires récemment parus, signalés dans la Revue.

Les gîtes métallifères de l'Algérie. (*Berg. Hüttenw. Zeitschr.*, 1901.)

A. Belar, « Die Erdbebenwarte » (l'Observatoire séismologique). Revue mensuelle, paraissant depuis le 10 avril 1901. Laibach.

G.-C du Bois, Esquisses géologiques et minières de Surinam. Freiberg.

Fr. Fech, Le Dyas. (*Lethœa palœozoica*, Stuttgart, 235 fig. et 13 pl.)

E. Fuchs et L. de Launay, Traité des gîtes métallifères. Traduction russe par J. Kassuchin et A. Iwanow. Saint-Pétersbourg, 1900, 1re partie.

R. Hoernes, Les tremblements de terre en Styrie, en 1898. (*Mittheil. Naturw. Ver. Steiermark*, 1899.)

Idem, Les tremblements de terre en Styrie, en 1899. (*Ibid.*, 1900.)

Idem, Jours critiques de tremblements de terre. (*Erdbebenwarte*, Bd I.)

J. Knett, Rapport sur le phénomène de détonation dans les montagnes de Duppau, le 14 août 1899. (*Sitzb. Akad. Wiss. Wien. Mathem.-Naturw. Cl.*, Bd CIX, Abth. I.)

E. König, La répartition de l'eau au-dessus, sur et dans la terre, et l'origine de la nappe phréatique et de ses sources, avec une critique des théories actuelles des sources. Iéna, H. Costenoble, 1901.

E. Lierke, Les sels de potasse, leur production, leur commerce et leur emploi en agriculture. Stassfurt, 1901.

H. Löcker, Les irruptions d'eau dans les charbonnages de Dux-Ossegg, leur influence sur les thermes de Teplitz et leur endiguement. Teplitz.

G.-A.-F. Molengraaf, Sur la géologie de la République sud-africaine. (*Centralbl. Min.*, 1901, n° 6.)

M. Neumayr, L'histoire de la terre. Traduction russe. Saint-Pétersbourg, 1900.

S.-N. Nikiten, Les eaux du sous-sol et les puits artésiens de la plaine russe. Saint-Pétersbourg, 1900 (en russe).

Wahnschaffe, Les causes de la configuration du sol de la plaine de l'Allemagne du Nord. (*Verh. Ges. Erdk.*, 1901, Bd XXVIII, n° 2.)

L. WEHRLI, Rapport préliminaire sur mon expédition géologique dans la Cordillère argentino-chilienne. (*Revista Museo de la Plata*, t. IX, 1898.)

Notices.

La production d'or des colonies britanniques en 1900.

La production de cuivre des États-Unis de 1896 à 1900.

FASCICULE VI, DE JUIN 1901 (pp. 201-248).

Articles originaux.

P. DAHMS, Sur la distribution et l'emploi de l'ambre, pp. 201-211.

P. KRUSCH, Les minerais de tellure de l'Australie occidentale, pp. 211-217.

W. WOLFF, Le levé géologique des États scandinaves. II. La Norvège. III La Suède, pp. 217-226.

P. KRUSCH, La classification des gîtes métallifères de Kupferberg, en Silésie, pp. 226-229.

Travaux récents analysés.

W. LINDGREN, Transformations métasomatiques aux filons. (*Transact. Amer. Instit. Min. Eng.*, 1900, pp. 229-236.)

C. OCHSENIUS, Quelques mots sur le nitre sodique. A propos du livre de M. L DARAPSKIJ, Le département de Taltal (Chili). Berlin, 1900, pp. 237-243.

Littérature.

CHOIX DE TITRES PARMI LES INDICATIONS D'OUVRAGES ET DE MÉMOIRES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

J. W. ANDERSON, Manuel pratique du prospecteur. Traduit de l'anglais par J. Rosset, Paris.

M. ANGLÈS-DAURIAC, Note sur le bassin houiller de la Bouble. (*Ann. Mines.*, 1901, t. XIX.)

L. BECK, L'histoire du fer au point de vue technique et cultural. Cinquième section : le XIXe siècle de 1860 jusqu'à la fin. Braunschweig, 1901.

E. BENECKE, Aperçu de la classification paléontologique de la formation des minerais de fer de la Lorraine allemande et du Luxembourg. (*Mitth. Geol. Landesanst. Elsass-Lothr.*, 1901, Bd V.)

J. CORNET, Études sur la géologie du Congo occidental (*suite*). (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1897, t. X.)

IDEM, Observation sur la géologie du Congo occidental. (*Ibid.*)

E. COSTE, Nouvelles contributions à la topographie souterraine du bassin de la Loire. Paris, 1900.

F. FISCHER, La technologie chimique des combustibles. Brunswick, 1901.

F. GAUTIER, Études sur la formation des gisements aurifères. (*Soc. industr. min.*, 1901.)

G. KOHLER, Une contribution nouvelle à la connaissance des mouvements terrestres. (*Berg. Hüttenw. Zeitschr.*, 1901.)

M.-H. KUSS, L'industrie minière de l'Australie occidentale. (*Ann. Mines*, 1901, t. XIX.)

G.-A.-F. MOLENGRAAFF, L'expédition à Bornéo. Leyde, 1900.

E. WEINSCHENK, Contributions à la connaissance des gîtes de graphite. (*Abh. Bayer. Acad. Wiss.*, 1900.)

Z. VON WESSELY, La distribution d'eau de Prague, d'après le projet de la Caisse d'épargne tchèque. Leipzig.

Notices.

Gisements staunifères dans la Sibérie orientale.

La production de minerais de fer de Cuba en 1900.

Les minerais de fer rouges de la Géorgie.

Minerai de manganèse en Russie centrale.

La production du bassin houiller du Gard en 1900.

Importation et exportation de houille des Pays-Bas en 1900.

Le marché houiller de l'Inde.

L'exportation de houille du Chili de 1896 à 1899.

La production et l'exportation du pétrole de Bakou.

L'exportation de pétrole des États-Unis en 1900.

Le pétrole américain en Corée.

La situation du marché d'asbeste.

Les prix en gros de quelques marchandises importantes en mars 1901.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Otto Beyer. — **La nouvelle distribution d'eau de la ville de Bautzen [Saxe] et les rapports de cette eau avec le sous-sol.**

L'eau de cette distribution provient d'un courant souterrain, dont le niveau supérieur dépasse parfois la surface du sol et dont la direction est à peu près parallèle à la petite vallée de Strehla-Boblitz. Cette vallée s'élargit à un certain endroit, entre le viaduc du chemin de fer de Görlitz et la chaussée de Neusalza, y formant un petit bassin plat et marécageux d'environ 300 mètres de largeur. La présence de ce courant souterrain fut établie, en 1890, par quarante-huit forages, suivis, en 1900, par six autres, dont les matériaux furent examinés par l'auteur, tandis que des quarante-huit premiers il n'existe que des indications sur les tableaux. Il résulte de ces observations que le sous-sol de la vallée de Strehla-Boblitz, dans la région du bassin marécageux, est composé, après une faible couche de limon d'alluvion superficielle, de haut en bas, comme suit :

1. Argile grise renfermant un petit lit tourbeux (3 mètres en moyenne).
2. Argile sableuse et sable argileux gris, avec un ou deux lits de lignite (10 à 14 mètres).
3. Sable grossier et gravier gris, très aquifère (3 à 6 mètres).
4. Granite, ou argile foncée (bitumineuse) suivant la région.

L'auteur admet que dans ce petit bassin un lambeau du terrain lignitifère supérieur (miocène) s'est maintenu, tandis que les bords de ce lambeau ont été fortement remaniés par les eaux diluviennes qui ont déterminé, par le mélange de matériaux tertiaires et diluviens, la formation d'un *diluvium mixte*. L'argile foncée atteinte en dernier lieu par les forages marque la limite inférieure de ce remaniement, tandis que l'argile grise supérieure ne s'est déposée qu'après sa fin.

Après la constatation de la présence du courant d'eau souterrain en 1890, un puits d'essai fournit une eau irréprochable, tant au point de vue bactériologique que chimique, et l'établissement d'un certain nombre de puits de captage (36 en tout) fut décidé. Mais bientôt après la mise en usage de la nouvelle distribution, on constata que l'eau était souvent trouble et déposait assez vite un abondant résidu ferrugineux. Le dosage du fer dans les trente-six puits montrant qu'ils renfermaient de $0^{mgr},7$ à $23^{mgr},6$ de protoxyde de fer (FeO) par litre d'eau, on se décida à abandonner la plupart de ces puits et de ne conserver que les huit renfermant moins que 3 milligrammes de FeO. Depuis lors, la qualité de l'eau de distribution s'est beaucoup améliorée, mais sa quantité, naturellement, est à peine suffisante pour l'alimentation de la ville.

L'auteur recherche l'origine du fer qui se trouve dans l'eau, pour la plus grande

partie, à l'état de carbonate, s'oxydant et se précipitant rapidement, et, en moindre partie, à l'état de sulfate, plus lentement précipitable. Il constate qu'en amont du petit bassin marécageux, l'eau du courant est pure et claire, tandis qu'elle devient très ferrugineuse dans ce bassin même et à ses alentours et se purifie de nouveau de plus en plus en poursuivant son cours en aval. C'est donc dans les couches composant le sous-sol de ce bassin qu'il faut chercher l'origine des sels ferreux. L'auteur croit que l'acide carbonique est fourni par l'oxydation de la tourbe, du lignite et du bitume, dont il a constaté plus haut l'existence; en s'emparant du peroxyde de fer réparti un peu partout dans les sables et les argiles, cet acide forme le carbonate ferreux, tandis que l'oxydation de la pyrite et de la marcassite, dont il a trouvé également des rognons, fournit le sulfate. Il conclut qu'une étude géologique *détaillée* et *préalable* est nécessaire quand il s'agit d'établir une distribution d'eau potable.

(*Zeitschr. f. prakt. Geol.*, 1901, Heft IV, pp. 121-140.)

A. Inostranzew. — **Une particularité du puits artésien de la ville de Iejsk.**

Quand le forage fut arrivé à 145 mètres de profondeur, il se produisit une détonation souterraine et de l'eau mélangée de boue fut projetée avec une telle force que le toit protégeant le trou de forage fut enlevé et l'eau s'éleva à 8 mètres de hauteur.

Peu après, l'éruption cessa, et depuis lors un gaz inflammable sort du trou.

La boue renferme du sulfure de fer et l'eau contient 30gr,35 de sels (chlorures de sodium, de magnésium et de calcium) et 0gr,062 de carbonate ferreux par litre.

Un cas semblable avait été déjà observé dans la colonie de Tjujuschki, sur le bord de la mer d'Azov, dans les couches du Sarmatien supérieur. L'auteur croit que ses roches aquifères de Iejsk appartiennent au même terrain miocène.

(*Trav. Soc. Imp. Natur. Saint-Pétersbourg*, t. XXX, 1899, d'après *Geol. Centralbl.*, 1901, Heft III, p. 75.)

P. Miquel. — **Sur l'usage de la levure de bière pour déceler les communications des nappes d'eau entre elles.**

Pour démontrer l'absence du pouvoir épurateur du sol à l'égard des eaux, j'emploie, depuis dix-huit mois, la levure de bière, qu'il est aisé de se procurer dans un état de pureté satisfaisant. Elle peut aussi être utilisée pour établir la réalité des communications des eaux superficielles ou souterraines avec les eaux de source destinées à être captées.

« La levure délayée, sur les lieux de l'expérience, dans 10 à 20 fois son volume » d'eau, est jetée sur les surfaces absorbantes, dans les cours d'eau, les puits, les » gouffres qu'on suppose en communication directe avec les nappes d'eau souter» raines alimentant telle ou telle source.

» Les prélèvements des eaux que l'on pense contaminées sont toujours précédés » d'expériences témoins tendant à démontrer que le *Saccharomyces cerevisiœ* ne » préexistait pas dans les échantillons qui vont être soumis à l'analyse; ils sont » effectués toutes les trois ou quatre heures durant une période que, suivant les cas, » on fait varier de quinze jours à un mois et même davantage.

» Pour retrouver la levure, on répartit, dans le plus bref délai possible, les eaux » recueillies dans des matras de bouillon de peptone sucré et acidifié, de façon que » le liquide résultant de ce mélange contienne environ, par litre, 200 grammes de » saccharose, 1 gramme d'acide tartrique et à peu près autant de bitartrate de » potasse, puis ces matras sont exposés à l'étuve portée vers 25°.

» Quand la levure a pénétré dans l'eau recueillie, on voit se produire, au bout de » vingt-quatre à quarante-huit heures, au fond du matras, des taches ou colonies » formées par le *Saccharomyces cerevisiœ;* bientôt une fermentation alcoolique » énergique se déclare, avant que les bactéries, surtout celles des fermentations » lactiques, qui sont le plus à redouter, aient pu envahir puissamment le milieu » sucré. »

Par ce procédé, nous avons pu établir la communication de certains cours d'eau, puits, bétoires, puisards ou gouffres avec des sources captées à plus de 10 à 15 kilomètres du lieu d'expérimentation.

La levure ne perd pas sensiblement de sa vitalité après de longs parcours souterrains et l'on peut la rencontrer encore pleine de vie à l'extrémité d'aqueducs de plus de 100 kilomètres de longueur et après un séjour de plus de deux mois soit dans l'intérieur du sol, soit dans ces aqueducs.

Ordinairement ces expériences se pratiquent en employant 10, 20, 40 kilogrammes de levure et davantage, suivant les circonstances.

(*C. R. Acad. des sc.*, t. CXXXII, n° 24, 17 juin 1901, p. 1515.)

Électricité atmosphérique et précipitation de la vapeur d'eau.

M. Arthur Marshall, du service chimique de l'arsenal de Woolwich, expose dans une lettre à *Nature* (20 septembre 1900) une curieuse expérience faite pour démontrer l'influence de l'électricité sur la précipitation de l'humidité atmosphérique. Voici le fait qui amena l'auteur à faire son expérience :

Sur les collines crayeuses du Sud-Est de l'Angleterre se trouvent plusieurs mares connues sous le nom de dew-fonds (mares de rosée). Une d'entre elles occupe notamment un des points culminants de la région et est d'une étendue particulièrement grande. Par suite de son emplacement, il est clair que cette mare n'est alimentée que par les eaux qui tombent directement du ciel. Or, à la fin de la période de sécheresse de l'année dernière, alors que toutes les mares des vallées étaient à sec, celle-ci contenait encore plusieurs milliers de gallons d'eau. Cette particularité frappa l'auteur et il n'y vit qu'une explication, que voici : une différence de potentiel électrique devait produire une attraction entre les particules de vapeur d'eau et le sommet de la colline sur lequel la mare est située. On sait que les gouttes de pluie possèdent une certaine charge électrique, mais il restait à savoir si l'électricité intervient dans la précipitation de l'humidité et si elle coopère à l'alimentation de la mare.

L'expérience suivante, encore imparfaite, semble être de nature à confirmer cette hypothèse : deux soucoupes en porcelaine et d'égale contenance furent suspendues, par des cordons de soie, à des piquets enfoncés dans le sol du sommet de la colline. Dans chacune d'elles était placée verticalement une lame de cuivre.

La disposition des deux appareils était en tout semblable, excepté que dans l'un la lame métallique était reliée à la terre par un fil métallique, tandis que l'autre était

isolée par les fils de soie. Ils furent mis en expérience dans la nuit du 1er avril 1899. Un épais brouillard enveloppait les collines. Le lendemain matin on mesura la quantité d'eau recueillie dans chaque vase. Celui à lame métallique isolée renfermait 15.5 centimètres cubes d'eau, l'autre 18 centimètres cubes. Ce résultat, dit l'auteur, montre que l'appareil isolé s'est chargé d'électricité aux dépens des particules d'eau avec lesquelles il s'est mis en quelque sorte en équilibre. Donc l'attraction devait être moindre que dans l'appareil non isolé D'après l'auteur, la condensation de la vapeur d'eau est le résultat, pour le cas présent, d'une action électrique. La question mérite d'être étudiée, car l'expérience est loin d'être concluante. En effet, l'isolation au moyen de fils de soie, dans une atmosphère chargée de brouillard, est douteuse. La théorie nous semble cependant ingénieuse.

Disons que l'idée de faire intervenir l'électricité dans la formation et la précipitation des brouillards n'est pas neuve. Nous trouvons, en effet, dans le tome XV des *Mémoires couronnés de l'Académie des sciences* de Bruxelles, un travail de Peltier relatif à cette question. Il distingue les brouillards résineux et les brouillards vitreux. Quand, dit Peltier, un brouillard vitreux rencontre un brouillard résineux, les électricités se neutralisent et il y a formation de pluie.

En 1761, Th. Ronayne (*Phil. Trans.*, 1772, vol. 62, p. 137) et Henley (*Phil. Trans.*, 1774, vol. 64, p. 422) avaient aussi observé que certains brouillards étaient réellement électriques.

V. D. L.

(Résumé et commentaires d'après *Ciel et Terre*, 16 décembre 1900.)

SÉANCE MENSUELLE DU 18 JUIN 1901

Présidence de M. A. Rutot, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

En ouvrant la séance, M. le *Président* prononce l'allocution suivante au sujet de la mort de notre regretté collègue, M. le Dr *Bleicher.*

Messieurs,

Vous avez appris par les journaux les détails du drame qui s'est récemment passé à l'École supérieure de pharmacie de Nancy et dont a été victime notre vénéré confrère, M. le Dr Bleicher, directeur de cet établissement et membre honoraire de la Société.

La perte de notre regretté confrère n'atteint pas seulement la science française, elle atteint douloureusement la science universelle, car, outre les nombreux travaux de haute valeur qu'il a publiés, bien d'autres, en préparation, devaient jeter encore un vif éclat sur son œuvre scientifique.

Le Dr Gustave Bleicher, auquel tous ceux de nos confrères qui ont assisté à l'excursion de la Société en Lorraine, en 1898, conservaient un si sympathique souvenir, est né le 16 décembre 1838 à Colmar.

En 1862, il obtint le grade de docteur en médecine, puis il entra dans l'armée comme médecin-major.

Plusieurs campagnes en Algérie ne l'empêchèrent point d'acquérir en 1867 le diplôme de licencié ès sciences naturelles et, plus tard, celui de docteur ès sciences naturelles.

Retraité en 1884, M. Bleicher fut nommé professeur d'histoire naturelle à l'École supérieure de pharmacie de Nancy, et son enseignement clair et précis, autant que les travaux scientifiques qu'il publia, lui firent obtenir en 1900 la direction de l'École de pharmacie.

Depuis son entrée à l'École de pharmacie, le Dr Bleicher s'est adonné tout entier à la science, et l'on peut dire, sans crainte de démenti, qu'il fut le point de départ et le centre du brillant mouvement scientifique dont tous nous avons constaté l'existence à Nancy.

C'est surtout dans le domaine des sciences géologiques que nous avons à apprécier l'œuvre du Dr Bleicher.

Tous, nous savons ce que doivent à notre regretté confrère la Stratigraphie et la Paléontologie; tous nous connaissons les résultats de ses recherches sur la géographie physique des Vosges, sur les terrains jurassiques, sur des questions controversées, telles que l'ancien cours de la Moselle, sur la faune et la flore quaternaires de la Lorraine, sur les phénomènes glaciaires des Vosges, etc.; études où, par son grand savoir et son initiative, il a entraîné M. le professeur Nicklès, M. Fliche, professeur à l'École forestière de Nancy, M. Barthélemy, de Paris, etc.

Mais là ne s'arrêtait pas la science ni l'influence du Dr Bleicher; passionné pour la Lorraine ancienne, il en étudia avec autorité la préhistoire, fit des découvertes de haute importance et contribua à enrichir d'une manière remarquable ce magnifique Musée lorrain dont nous avons pu, sous sa direction, contempler les merveilles.

C'est en présence de cette œuvre scientifique de premier ordre, en présence de la sympathie qu'il avait pour nous, Société belge de Géologie, de l'aide matérielle qu'il nous offrait par son précieux concours à l'étude des sables boulants, à celle de la formation des minerais de fer de la Lorraine, etc., que nos regrets deviennent poignants et douloureux.

Que de belles forces, d'énergie, d'initiative, de bon sens, d'honnêteté scientifique perdus! Quelle somme de savoir anéantie en un instant! Quelle magnifique moisson de résultats nouveaux supprimés pour l'avenir!

Nous ne pouvons exprimer assez haut les regrets que nous inspire une perte aussi cruelle, et nous garderons de cette belle figure, où rayonnaient la bonté et les plus heureuses qualités du cœur, un souvenir ému et impérissable.

Sa mort même le grandit encore aux yeux de tous ses admirateurs, car on peut dire, dans toute l'acception du mot, qu'il est une victime du devoir.

M. le *Secrétaire général* fait connaître qu'à l'annonce de la mort tragique de notre honoré confrère, il s'est empressé d'exprimer à sa veuve les sentiments de respectueuse sympathie et les sincères condoléances des membres de la Société belge de Géologie.

Correspondance :

M. le *Gouverneur du Brabant* nous informe de ce que la Députation permanente a décidé de maintenir à 1 000 francs le subside accordé annuellement à notre Société et de réduire de douze à deux le nombre d'exemplaires du *Bulletin* qui doivent être remis en échange au Gouvernement provincial.

MM. *Marboutin* et *Léon Janet* se mettent à notre disposition pour des communications sur des questions d'hydrologie. Une séance spéciale d'hydrologie aura lieu à cette fin le 25 de ce mois.

M. *Moulan* annonce de même une communication sur un plan d'ensemble d'alimentation d'eau dans le Borinage.

M. *Harzé* demande l'insertion de la note suivante en réponse à un passage du texte de M. le Secrétaire général contenu dans son *Dossier hydrologique du régime aquifère dans les terrains calcaires*, passage qui lui paraît de nature à laisser au lecteur une impression erronée.

A propos d'une assertion de M. Van den Broeck contenue dans son mémoire intitulé : Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la Géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires.

L'auteur de ce mémoire a écrit en note, page 460 du fascicule V du tout récent *Bulletin de la Société belge de Géologie*, ce qui suit :

« Il est à remarquer qu'en Belgique, il est pour ainsi dire EXCEPTIONNEL (mot imprimé en grosses lettres) qu'un *ingénieur des mines* se soit occupé de dresser des projets d'alimentation en eau potable. Ce sont généralement des ingénieurs civils, des ingénieurs des ponts et chaussées et surtout des ingénieurs hydrauliciens, — ceux, en un mot, qui n'ont pas, autant que les premiers, l'occasion d'étudier la géologie « souterraine », — qui ont la spécialité, chez nous, de s'occuper de ces travaux; ou bien encore des personnes... etc., etc. »

Il semble résulter de cette assertion que nos ingénieurs des mines, parmi lesquels on compte des géologues très distingués et qui sont tous des stratigraphes par profession, se soient désintéressés, tout au moins jusqu'ici, des questions d'hydrologie souterraine au point de vue des eaux alimentaires à fournir aux localités populeuses.

Sans avoir à insister sur ce point qu'ils ont à examiner avec autorité des cas de tarissement de sources et d'asséchement de terrains par

l'influence de travaux miniers parfois à grande distance, ainsi que des cas de passage des eaux d'une exploitation à une autre, je rappellerai quelques travaux de la nature dont il s'agit dus à des ingénieurs appartenant ou ayant appartenu au corps des mines de Belgique.

Eug. Bidaut. Eaux industrielles et alimentaires de la ville de Verviers. — Barrage de la Gileppe.

Gust. Dumont. Eaux alimentaires de la ville de Liége et eaux alimentaires de la commune de Seraing.

Fr. Franquoy. Projet d'alimentation de la ville de Namur. — Eaux puisées dans le gravier de la Meuse.

Jos. Smeysters. Étude avec MM. Briart et Bayet de la prolongation de la galerie drainante de Nalinnes qui alimente la distribution de Charleroi.

Gust. Arnould. Deux projets d'alimentation de la ville de Mons. — L'un de ces projets consistait en l'établissement d'un puits cuvelé à travers les terrains supérieurs à la craie sénonienne, puits suivi d'un forage à grande section dans cette dernière formation.

Jos. Henrotte. Étude du régime des sources de Modave sur le Hoyoux, en vue de l'alimentation de l'agglomération bruxelloise. — Études faites à la demande du propriétaire de ces sources.

Guill. Lambert. Projet d'alimentation de la ville de Bruxelles et des communes limitrophes par un puits cuvelé, et au besoin par une galerie creusée en profondeur, pour pénétrer dans la craie sénonienne.

Système analogue pour l'alimentation de la ville d'Anvers.

Dans le même ordre d'idées, il est à mentionner des travaux de captage de sources minérales à Spa et à Stavelot dont M. Jules Van Scherpenzeel-Thim eut à s'occuper et un travail de même nature dont M. Ad. Firket fut chargé à Harre.

Je crois devoir mentionner encore d'intéressantes monographies sur l'hydrologie des eaux souterraines de Bruxelles par M. Ad. De Vaux; un mémoire sur les sources minérales de l'Ardenne belge par M. Clément, et deux notices de M. Ad. Firket intitulées, l'une : *Capacité pour l'eau des vides dus à l'exploitation houillère;* l'autre : *Nappes d'eaux souterraines de la vallée de la Meuse à Liége et aux environs.*

Enfin, je ne puis passer sous silence les rapports demandés par des administrations provinciales ou communales à des ingénieurs des mines ou à des commissions dont ils faisaient partie, concernant des projets d'alimentation d'eau. — Mention spéciale doit être faite pour un mémoire des plus remarquables présenté à l'administration communale la ville de Namur par M. Ed. Fineuse, membre d'une commission

technique dont faisaient aussi partie MM. Fr. Berchem et Ach. Jottrand.

Si j'avais à rechercher parmi les ingénieurs civils des mines ceux qui se sont occupés d'hydrologie au point de vue des eaux alimentaires, bien des noms se presseraient sous ma plume. Je me bornerai à citer les suivants pour le Hainaut : Zénon Laduron (auteur d'un projet très complet pour l'alimentation de Charleroi), Alp. Briart, Ch. Demanet, Alexis Bouchez.

Quoique fatalement incomplète (1), la présente note montre à suffisance que la contribution des ingénieurs des mines dans les questions dont il s'agit n'a pas été aussi EXCEPTIONNELLE que le donne à penser l'honorable M. Van den Broeck, surtout si l'on considère, en ce qui concerne les ingénieurs officiels, qu'ils résident tous, sauf ceux de l'administration centrale, dans les seules provinces wallones, c'est-à-dire dans moins de la moitié de notre petit pays.

Aussi cette contribution s'est-elle presque exclusivement répartie dans cette région.

ÉMILE HARZÉ.
Directeur général honoraire des mines.

Ensuite de cette note, M. *Watteyne* croit pouvoir dire que M. *Harzé* aurait pu encore ajouter d'autres noms à ceux qu'il vient de citer, notamment ceux de M. *De Jaer*, devenu directeur général des mines et qui a été chargé de faire un rapport sur les eaux alimentaires de Mons; de M. *Maquet*, qui s'est occupé également de cette question pour ce qui concerne le Borinage, et d'autres encore.

M. *Putzeys* estime que l'interprétation à donner à l'écrit de M. le *Secrétaire général* n'est pas tout à fait celle à laquelle s'est arrêté M. *Harzé*. M. *Van den Broeck* a entendu parler des ingénieurs s'occupant *spécialement* des questions de distribution d'eau et non de ceux qui, accessoirement, ont traité ce sujet. Si peu, en effet, que ceux-ci aient étudié cette partie de la science, il est incontestable qu'ils s'en sont occupés et

(1) A la séance du 18 juin 1901, où il fut donné lecture de la présente note, M. Watteyne a cité MM. les ingénieurs Ern. De Jaer, Aug. Macquet et Sim. Stassart comme ayant été chargés de l'examen de questions importantes d'hydrologie — M. De Jaer fit, en effet, partie avec MM. Dewalque et Ch. Demanet d'une commission pour une étude ayant trait à la conservation des sources alimentaires de la ville de Mons, menacées par l'exécution éventuelle de certain projet; MM. Macquet et Stassart firent partie de commissions chargées de la recherche des moyens d'alimenter d'eau potable tout le Borinage. E. H.

avec succès; mais pas au point d'en faire l'objet de leurs préoccupations scientifiques constantes. C'est assez incidemment que quelques-uns d'entre eux ont eu à s'occuper de ces sortes de questions, et M. Van den Broeck, en en exprimant le regret, a voulu non les blâmer, mais rendre hommage à une compétence que, semble-t-il, il aurait voulu voir mettre plus souvent à contribution.

M. *Harzé* est heureux d'avoir cette explication de la phrase incriminée, et il demande l'insertion au procès-verbal des éclaircissements provoqués par sa réclamation.

M. *Van den Broeck* est d'autant plus charmé de cette demande que l'observation de M. *Harzé* montre combien plus l'auteur du *Dossier hydrologique* a eu raison au sujet du fait qu'il a signalé. Le texte de sa note de la page 460 ainsi qu'il l'a rédigée, mais dont M. Harzé n'a donné qu'un extrait incomplet, rend bien la pensée qui vient d'être exprimée par M. Putzeys; c'est-à-dire que l'auteur a voulu faire voir combien il est regrettable que les ingénieurs des mines, plus compétents que les autres en la matière, n'aient pas été plus souvent amenés à discuter les questions de distribution d'eau. Sa note ne peut pas être interprétée autrement; c'est indéniablement un hommage qu'il a voulu rendre au corps des mines, en exprimant ses regrets de ce que ces éminents techniciens, plus géologues assurément que les autres catégories d'ingénieurs, n'aient pas eu l'occasion ou le désir de s'occuper davantage d'hydrologie. Il a peine à s'expliquer que M. Harzé ait pu y trouver l'idée d'un blâme quelconque; mais, quoi qu'il en soit, il y a lieu de remercier M. Harzé d'avoir fourni dans sa note l'énumération de la vingtaine de travaux d'hydrologie exécutés depuis un demi-siècle sous les auspices ou avec le concours des ingénieurs des mines de Belgique. On voudra bien toutefois reconnaître que ce petit nombre de contributions constitue précisément une nouvelle démonstration du bien fondé des regrets exprimés par M. Van den Broeck.

La phrase incriminée par M. Harzé fait partie d'une note de bas de page dont la suite — que M. Harzé ne reproduit pas — montre très nettement, sans qu'il soit besoin d'aucun commentaire, qu'il s'agit ici d'un sentiment d'*hommage* rendu aux ingénieurs des mines et nullement de *critique* appelée à pouvoir être relevée comme telle. En effet, si M. Harzé avait continué sa citation, il aurait eu à reproduire les énonciations suivantes de M. Van den Broeck :

« Les remarques du texte ci-dessus seraient sans doute moins justifiées en France, ou dans d'autres pays, où les *ingénieurs des mines,* mettant à profit leurs connaissances géologiques, plus spécialement

développées, s'occupent assez fréquemment de ces sortes de travaux d'hydrologie souterraine appliquée. Il est à remarquer qu'en France aussi, un grand nombre d'ingénieurs des mines sont, comme c'est d'ailleurs le cas pour assez bien d'entre eux en Belgique, des géologues pratiquants distingués qui, en l'occurrence, pourraient se charger seuls de l'étude complète et détaillée d'un projet de drainage alimentaire souterrain. »

M. *Harzé* n'a pas vu dans l'assertion de M. Van den Broeck un blâme, mais une erreur; il s'attache à montrer qu'en Belgique, les ingénieurs des mines sont confinés dans la partie wallone du pays, tandis qu'en France les ingénieurs des mines sont répandus dans toutes les régions du pays, où ils ont à s'occuper de l'exploitation des vastes réseaux des chemins de fer concédés.

Ce qu'il a eu surtout en vue, c'était de montrer qu'il n'est pas aussi EXCEPTIONNEL que le laissait croire M. Van den Broeck, que les ingénieurs des mines de Belgique ont eu à traiter des questions de distribution d'eau.

M. *Van den Broeck* fait observer que ce petit débat paraît graviter tout simplement sur la portée différente attachée au mot *exceptionnel* employé par lui.

M. *Kemna* estime que malgré sa méprise sur le sens de la remarque de M. Van den Broeck, l'observation de M. *Harzé* est tout à son honneur; il a tenu à rectifier une appréciation relative aux travaux de ses anciens collègues. On ne peut que l'en féliciter. Il estime cependant que cette erreur d'interprétation de la phrase relevée eût été évitée si l'on se bornait dans notre *Bulletin* à transcrire simplement les textes sans en souligner si souvent certains mots ou passages.

M. *Gosselet* nous écrit qu'il se met à notre disposition pour organiser notre Session annuelle extraordinaire dans le Nord de la France, région des collines de Laon.

Cette excursion aurait lieu du 19 au 25 août, date qui est adoptée par l'Assemblée.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3339. *** *A la mémoire de Michel-Edmond baron de Selys Longchamps (1813-1900).* Liége, 1901. Brochure in-8° de 51 pages et 1 portrait. (2 exemplaires.)

3340. **Lagrange, Eugène.** *La station géophysique d'Uccle.* N° 1, de mai 1901. Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 22 pages.

3341. **Lotti, B.** *Sulla genesi dei giacimenti metalliferi di Campiglia marittima in Toscana.* Rome, 1901. Extrait in-8° de 11 pages.

3342. — *I giacimenti cinabriferi e antimoniferi della Toscana e la loro relazione colle roccie eruttive quaternarie.* Turin, 1901. Extrait in-8° de 14 pages.

3343. **Chabal, M.** *Les filtres à sable et la fièvre typhoïde. Rapport existant entre la mortalité typhique, la mortalité générale et le mode d'alimentation.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 16 pages et 1 planche.

3344. **Credner, Hermann.** *Das sächsische Schüttergebiet des Sudetischen Erdbebens vom 10. Januar 1901.* Leipzig, 1901. Extrait in-8° de 21 pages et 1 carte.

3345. — *Armorika. Ein Vortrag.* Leipzig, 1901. Extrait in-8° de 21 pages.

3346. **Rudzki, P.** *Sur l'âge de la terre.* Cracovie, 1901. Extrait in-8° de 23 pages.

3347. **Sacco, Federico.** *Osservazioni geologiche comparative sui Pirenei.* Turin, 1901. Extrait in-8° de 20 pages.

3348. — *La Valle Padana. Schema geologico.* Turin, 1900. Volume in-8° de 252 pages et 1 carte.

3349. **Dollfus, G.-F.** *Structure du bassin de Paris.* Paris, 1900. Extrait in-8° de 3 pages.

3350. — *Bassin de Paris. Revision de la feuille d'Evreux.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 3 pages.

3351. — *Note géologique sur les eaux de Rouen. Lettre à M. Garnier, ingénieur-expert.* Paris, 1900. Extrait in-4° de 17 pages et 2 planches.

3352. **Duclaux.** *Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris. Travaux des années 1899 et 1900 sur les eaux de l'Avre et de la Vanne. Rapport général de M. Duclaux. Procès-verbaux de la Commission. Rapports-annexes.* Paris, 1901. 1 volume in-4° de 382 pages et 9 planches.

3353. **Lemaire, Charles.** *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État Indépendant du Congo, du 4 août 1898 au 24 novembre 1898* (2e mémoire). Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 88 pages.

3354. **Newson, John F.** *The Red river and Clinton Monoclines, Arkansas.* (*With introduction by John C. Branner.*) Minneapolis, 1897. Extrait in-8° de 13 pages et 3 planches.

3355. **Branner, John C.** *The Course and Growth of the Fibro-Vascular Bundles in Palms.* Philadelphie, 1883. Extrait in-8° de 25 pages et 13 figures.

3356. — *Annual Report of the Geological Survey of Arkansas, for 1887.* Little Rock, 1887. Extrait in-8° de 15 pages.

3357. — *Bibliography of Clays and the Ceramic Arts.* Washington, 1896. Extrait in-8° de 114 pages

3358. — *The Cement-Materials of Southwest Arkansas.* Minneapolis, 1897. Extrait in-8° de 22 pages et 6 figures.

3359. — *The Stone Reef at the Mount of Rio-Grande do Norte, Brazil.* Extrait in 8° de 3 pages.

3360. — *The Manganese deposits of Bahia and Minas, Brazil.* Minneapolis, 1899. Extrait in-8° de 15 pages et 5 figures.

3361. — *Ants as Geologic Agents in the Tropics.* Chicago, 1900. Extrait in-8° de 3 pages.

3362. — *The Origin of Beach Cusps.* Chicago, 1900. Extrait in-8° de 4 pages et 3 planches.

3363. — *The Oil-Bearing Shales of the Coast of Brazil.* Minneapolis, 1900. Extrait in-8° de 18 pages et 10 figures.

3364. **Nys, Ferdinand.** *Chez les Ararambos. Ce que devient l'Afrique mystérieuse.* Anvers, 1896. Volume in-8° de 216 pages, 6 cartes et 70 portraits.

3365. **Lemaire, Charles.** *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État Indépendant du Congo, du mardi 10 janvier 1899 au samedi 25 mars 1899. Section M'pwéto-Lofoï* (3e mémoire). Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 70 pages.

3366. **Gosselet, J.** *Note sur les sables de la plage de Dunkerque.* Lille, 1900. Extrait in-8° de 6 pages.

3366bis. **Lancry, Cleenewerck** et **Debacker.** *Découverte d'un navire profondément enseveli dans les sables de Dunkerque.* Lille, 1900. Extrait in-8° de 26 pages et 1 planche. (Broché avec le précédent.)

3367. **Gosselet, J.** *Notes d'excursions géologiques sur la feuille de Laon.* Lille, 1901. Extrait in-8° de 124 pages.

3368. — *Plis dans la craie du Nord du Bassin de Paris révélés par l'exploitation des phosphates.* Lille, 1901. Extrait in-8° de 7 pages.

3369. **Laska, W.** *Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg.* Wien, 1901. Extrait in-8° de 64 pages et 9 planches.

3370. **Knett, J.** *Bericht über das Detonationsphänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899.* Wien, 1900. Extrait in-8° de 33 pages, 2 planches et 6 figures.

3371. — *Ueber die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen.* Wien, 1900. Extrait in 8° de 35 pages et 3 figures.

3372. — *Verhalten der Karlsbader Thermen während des vogtländischwestböhmischen Erdbebens im October-November 1897.* Wien, 1898. Extrait in-8° de 30 pages, 1 carte, 10 planches et 3 figures.

3373. **Mojsisovics, Ed. v.** *Berichte über die Organisation der Erdbebenbeobachtung nebst Mittheilungen über während des Jahres 1896 erfolgte Erdbeben.* Wien, 1897. Extrait in-8° de 26 pages.

3374. **Becke, Friedrich.** *Bericht über das Erdbeben von Brüx am 3. November 1896.* Wien, 1897. Extrait in-8° de 15 pages et 1 carte.

3375. — *Bericht über das Erdbeben von 5. Jänner 1897 im südlichen Böhmerwald.* Wien, 1897. Extrait in-8° de 14 pages et 1 carte.

3376. — *Bericht über das Graslitzer Erdbeben, 24. October bis 25. November 1897.* Wien, 1898. Extrait in-8° de 171 pages, 8 cartes et 8 figures.

3377. **Mazelle, Eduard.** *Bericht über die im Triester Gebiete beobachteten Erdbeben vom 15. Juli, 3. August und 21. September 1897.* Wien, 1897. Extrait in-8° de 20 pages.

3378. — *Die Einrichtung der Seismischen Station in Triest und die vom Horizontalpendel aufgezeichneten Erdbebenstörungen von Ende August 1898 bis Ende Februar 1899.* Wien, 1899. Extrait in-8° de 38 pages et 8 figures.

3379. — *Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel vom 1. März bis Ende December 1899.* Wien, 1900. Extrait in-8° de 50 pages.

3379bis. *Die tägliche periodische Schwankung des Erdbodens, nach den Aufzeichnungen eines dreifachen Horizontalpendels zu Triest.* Wien, 1900. Extrait in-8° de 125 pages et 5 planches.

3380. **Schwab, P.-Franz.** *Bericht über Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster.* Wien, 1900. Extrait in-8° de 51 pages et 4 figures.

3381. **Woldrich, J.-N.** *Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom April 1898.* Wien, 1898. Extrait in-8° de 29 pages et 1 carte.

3382. **Seidl, Ferdinand.** *Die Erderschütterungen Laibachs in den Jahren 1851-1886, vorwiegend nach den handschriftlichen Aufzeichnungen K. Deschmann's.* Wien, 1898. Extrait in-8° de 28 pages.

3383. — *Uebersicht der Laibacher Osterbebenperiode für die Zeit vom 16. April 1895 bis Ende December 1898.* Wien, 1899. Extrait in-8° de 36 pages.

3384. **Hoernes, R.** *Bericht über die obersteirischen Beben des ersten Halbjahres 1899 (zumal über die Erschütterungen von 1., 7. und 29. April).* Wien, 1899. Extrait in-8° de 68 pages, 3 cartes.

3385. — *Bericht über das obersteirische Beben vom 27. November 1898.* Wien, 1899. Extrait in-8° de 28 pages et 2 cartes.

3386. **Noë, Franz.** *Bericht über das niederösterreichische Beben vom 11. Juni 1899.* Wien, 1900. Extrait in-8° de 16 pages et 1 carte (1).

2° Extraits du Bulletin de la Société :

3387. **Van den Broeck, E.** *La Section des Sciences et sa classe de géologie à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897.* Tome X (1896) et tome XI (1897), 39 pages.

3388. **Rutot, A.** *La Géologie et la Paléontologie à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897.* Tome XI (1897), 40 pages.

3° Périodiques nouveaux :

3389. *Journal du Pétrole.* Paris, 1901, nos 1, 2.

Parmi ces dons, M. le *Secrétaire général* signale à l'attention de ses confrères une très intéressante brochure qu'il vient de recevoir de M. *J. Vincent* sur le *Système géologique de Simon Stévin* — un compatriote, du XVIe siècle, géologue d'avant la naissance de la Géologie — et en demande la publication dans les *Traductions et Reproductions* du Bulletin. — Adopté.

(1) Les divers travaux répertoriés du n° 3369 à 3386, dans la liste qui précède, font partie de la première série des Mémoires spéciaux édités sous le nom de : *Mittheilungen der Erdbeben-Commission*, sous les auspices de l'Académie des sciences de Vienne.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

MM. Bertrand, Jean, géographe, 10, rue Kersbeek, à Uccle.

Casse, Alph., ingénieur civil, 157, rue de Livourne, à Bruxelles.

Chabal, Henry, ingénieur, 53, rue de Longchamps, à Paris.

Latinis, V., 78, rue Wilson, à Bruxelles.

Le Couppey de la Forest, Max, ingénieur agricole, inspecteur général du service d'assainissement et de salubrité de l'habitation, 60, rue Pierre Charron, à Paris.

Communications des membres :

LES SÉDIMENTS MARINS DE L'EXPÉDITION DE LA « BELGICA »

PAR

ARCTOWSKY et A. RENARD (1).

Le tableau qui suit présente toutes les indications essentielles relatives aux sédiments recueillis par l'Expédition belge antarctique. Une note sommaire, publiée dans notre Bulletin (t. XIV, 1900. *Procès-Verbaux,* 18 décembre 1900, pp. 320-324), donne le mode opératoire que nous avons suivis et nous réimprimons ici pour mémoire les indications relatives à la classification adoptée. Elles suffiront pour l'intelligence du tableau.

On a désigné comme sables les sédiments renfermant plus de 90 % de grains minéraux, et comme vases les matériaux qui ont traversé le

(1) Voir Notice préliminaire sur les Sédiments marins recueillis par l'Expédition de la « Belgica », tome LXI des *Mémoires couronnés et autres mémoires* publiés par l'Académie royale de Belgique (1901). — Pour la classification des sédiments, voir Thoulet, *Analyse mécanique des sous-sols marins* (Ann. des Mines, 1901).

tamis 200 et qui ne renferment pas plus de 10 % de grains minéraux. Cette distinction fondamentale entre les *sables* et les *vases* étant établie, on classe les éléments constitutifs comme suit :

Pierres, poids supérieur à 3 grammes.			
Gravier, — inférieur —			
Sable gros, franchit le tamis	10,	arrêté par le tamis	30.
— moyen, franchit le tamis . . .	30,	—	60.
— fin, franchit le tamis.	60,	—	100.
— très fin, franchit le tamis . . .	100,	—	200.
— fin-fin et vase, franchit le tamis 200.			

On dit d'un SABLE qu'il est *homogène* lorsque 80 parties pour cent de son poids appartiennent à la même catégorie; qu'il est *mélangé* lorsque aucune catégorie triée n'est prépondérante. On désigne en outre le sable, d'après la dénomination de la catégorie de grain qui prédomine, sous le nom de *sable moyen*, *sable fin*, *sable très fin*, etc.

Les *sables calcaires* se subdivisent en :

Sables faiblement calcaires, renfermant . . .	5 % de $CaCO_3$.
Sables calcaires, renfermant	5 à 50 % de $CaCO_3$.
Sables très calcaires, renfermant plus de . .	75 % de $CaCO_3$.

Le sédiment est dit *coquillier* lorsqu'il contient des coquilles visibles, entières, brisées ou moulues.

Les VASES dont nous avons indiqué plus haut la composition fondamentale peuvent présenter toutes les transitions aux sables; on a ainsi :

Des *sables vaseux* contenant	95 à 75 % de grains minéraux.
Des *vases sableuses* contenant. . . .	75 à 10 % —
Des *vases proprement dites* contenant.	10 % ou moins de grains minéraux.

A ces vases se rattachent celles des dépôts *pélagiques :*

Vases à globigérines, à radiolaires, à diatomées, l'argile rouge et grise des grands fonds, ainsi que les *sédiments terrigènes de zone littorale profonde*, désignés par Murray et Renard sous le nom de boues bleues, vertes, volcaniques, coralliennes, etc.

Les détails dans lesquels nous venons d'entrer permettront de se rendre compte du tableau ci-après.

Profondeurs en mètres.	Numéros des sondages	Fin-fin et vase.	Très fin.	Fin.	Moyen.	Gros.	Gravier.	$CaCO^3$.	NATURE DU SÉDIMENT.
3.690	6	83.37	4.50	9.37	1.40	1.36	»	19.34	Vase calcaire peu sableuse.
1.880	8	95.86	0.59	traces.	0.59	2.96	4.52	»	Vase.
625	9	96.63	1.41	0.58	0 45	0.93	»	»	—
480	11	45.59	19.99	9.84	13.05	11.53	1.67	traces.	Vase sableuse.
565	12	90.43	6.92	1.77	0.53	0.35	»	4 24	Vase faiblement calcaire.
2.700	14	93.69	3.26	1.22	0.61	1.22	»	10.27	Vase calcaire.
2.600	15	90.28	4.63	2.31	1 62	1.16	»	9 84	— —
1.730	16	81.75	7.20	6.17	2.44	2.44	»	»	Vase peu sableuse.
570	17	76.60	10.68	4.71	3.90	4.11	1.81	11.98	Vase calcaire peu sableuse.
520	18	75.43	11.02	5.08	5.08	3.39	»	13.01	— — —
460	19	78.18	9.39	4.42	4.11	3.87	4.11	7.21	— — —
530	20	86.86	7.29	3.65	1.10	1.10	0.72	15.15	— — —
520	21	84.60	6.65	3.80	2.28	2.57	2 32	16.26	— — —
554	22	77.49	5.20	2.60	14.28	0.43	6.85	5.63	— — —
390	23	66.56	12.31	5.82	6.82	8.49	6.24	1.59	Vase sabl. faiblement calc.
480	24	83.78	5.86	4.73	3.38	2.25	1.33	7.45	Vase calcaire peu sableuse.
410	25	63.03	12.73	5.45	7.88	10.91	6.25	2.56	Vase sabl. faiblement calc.
1.150	26	70.60	11.49	11.49	3.43	2 99	11.72	26.48	Vase calcaire sableuse.
730	27	61.10	17.75	7 83	6.27	7 05	3.04	7.94	— — —
460	28	81.45	8.65	5.51	3.01	1 38	0.37	11.88	Vase calcaire peu sableuse.
435	29	59.66	10.61	7.79	7.79	14.15	»	»	Vase sableuse.
436	30	62.13	10.03	5.99	6.80	15.05	»	»	Vase sableuse.
510	32	71.03	11.21	4.67	5.61	7.48	5.23	»	— —
480	33	78.78	14.32	4.04	2.08	0.78	2.29	»	Vase peu sableuse.
485	34	64.74	11.32	7.08	8.11	8.75	9.23	1.13	Vase sabl. faiblement calc.
485	35	75.62	12.32	5.64	4.06	2.36	»	4.81	Vase peu sabl. et peu calc.
480	36	80.87	10 46	4 48	3.59	0.60	»	»	Vase peu sableuse.
480	37	68.08	12.77	6.39	7.09	5 67	2 33	traces.	Vase sableuse.
532	38	76.63	10.05	5.03	4.52	3.77	1 48	1.63	Vase peu sabl. et peu calc.
580	39	87 99	5 41	2.99	2.04	1.81	»	4 49	— — —
537	40	70.45	9.55	3.64	5.00	11·36	2.65	traces.	Vase peu sableuse.
518	41	91.63	4.85	2.03	1.23	0.26	7.87	—	Vase.
490	42	75 74	12 50	5.88	4.41	1.47	»	—	Vase peu sableuse.
459	43	53.72	13.22	6.61	9.09	17.36	23.90	5.63	Vase calcaire sableuse.
630	47	78.86	13.07	4.32	3.30	0 45	»	traces.	Vase peu sableuse.
660	48	66.46	11.08	7.59	5.85	9.02	33.61	14.22	Vase sableuse calcaire.
1.360	50	87.54	6.13	2.67	2.08	1.58	»	9.32	Vase calcaire peu sableuse.
1.470	51	77.35	7.35	2.86	3.77	8.67	5.77	3 08	Vase peu sabl. et peu calc.
1.490	52	84.87	5.61	3.06	3 55	3.91	6.66	14.91	Vase calcaire peu sableuse.
1.740	54	95 89	1 59	1.00	0.86	0 66	0.13	1.50	Vase peu calcaire.
430	55	82.65	7.35	3.13	3.37	3.50	0.03	0.95	Vase peu sabl. et peu calc.
425	56	62 76	14.85	6.23	6.51	9.65	2.83	7.56	Vase sableuse calcaire.
564	57	78.42	11.80	3.88	4.44	1.45	»	5.10	Vase calcaire peu sableuse.
1.195	58	62.39	16.24	6.84	7.69	6.84	21.48	0.12	Vase sableuse peu calcaire.
2.800	59	99.35	0.41	0.08	0.08	0.08	»	»	Vase.
4.800	60	82.92	10.56	4.52	1.50	0.50	»	»	Argile rouge.

On ne trouvera dans ce tableau que les sondages dont la détermination par l'analyse mécanique a été possible; les sondages qui ne sont pas représentés dans ces colonnes n'ont ramené qu'une quantité trop peu considérable de matière pour les soumettre à ce procédé. Ils seront décrits dans le travail définitif. Nous n'avons pas donné dans le tableau le poids de chacune des parties du sédiment isolées par le tamisage : on s'est borné à donner les poids réduits en centièmes pour permettre facilement la comparaison et la classification du fond sous-marin. Les coordonnées des sondages de la « Belgica » ont été publiées dans les listes fournies aux collaborateurs par la Commission de l'Expédition antarctique belge. Voir aussi les cartes de M. Lecointe et la Carte bathymétrique qui accompagne notre *Notice préliminaire* (MÉM. COUR. ETC., t. XLI, publiés par l'Académie royale de Belgique).

M. le *Président* remercie M. *Renard* de sa communication, qui nous montre les premiers résultats lithologiques connus du voyage de la « Belgica », et exprime l'espoir que nous serons tenus au courant de la suite de ces intéressantes recherches.

M. O. van Ertborn présente pour les *Mémoires* trois études dont il réunit pour les Procès-Verbaux le résumé dans la note ci-dessous :

O. VAN ERTBORN. — **De l'allure du Crétacé et de l'argile rupelienne dans le Nord de la Belgique. Les sondages de Lanaeken et d'Eelen. Les forages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem.**

M. O. van Ertborn résume oralement les travaux qu'il présente à la Société et qui paraîtront aux *Mémoires* avec les diagrammes qui les accompagnent. Sur une carte manuscrite à grande échelle, il fait voir l'allure générale du toit du Crétacé, qui a été atteint à Ostende à la cote — 201, à Beernem à — 189, à Gand, sondage de la ville, à — 188; à Malines à — 208.

A 10 kilomètres plus au Sud, il se trouve à Vilvorde à la cote — 118; à Louvain vers la cote — 100 environ.

Son inflexion vers le Nord, qui n'est que de 2 à 3 mètres dans la Flandre occidentale, de 10 mètres dans le centre du pays, atteint 15 et 17 mètres dans le Limbourg.

La puissance de la formation, qui, sauf à Ostende, est fort réduite à l'Ouest de Bruxelles, atteint 46 mètres à Louvain, 110 mètres au château de Nieuwenhoven lez-Saint-Trond et plus de 200 mètres à Lanaeken.

L'argile rupelienne suit à peu près une allure semblable, mais sa zone d'extension est plus restreinte. Celle-ci ne dépasse pas de beaucoup Saint-Nicolas-Waes vers l'Ouest. Sa base à la cote 0 passe par Saint-Nicolas, Boom, au Sud d'Aerschot, de Diest et de Hasselt. La couche argileuse plonge à l'Est-Nord-Est, tout au moins dans la province d'Anvers, puis vers le Nord.

A Eelen, suivant toutes probabilités, elle doit se trouver de 200 à 250 mètres au-dessous de la surface du sol. En ce dernier point, la base du Crétacé se trouve à la cote — 610, reposant sur une roche rouge que les uns rapportent au Triasique, les autres au Devonien, et que malheureusement on ne peut déterminer avec précision, faute d'échantillon.

M. van Ertborn appelle ensuite l'attention sur les coupes des sondages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem.

En ces trois points, le Diestien repose sur l'étage rupelien; à Aerschot, ce dernier recouvre le Bruxellien, l'Ypresien et le Landenien; à Westerloo, les sables de l'Éocène supérieur et moyen, et à Zeelhem, le Tongrien et le Landenien. Cette région comprise entre les méridiens d'Aerschot et de Diest est donc fort intéressante au point de vue des formations tertiaires.

M. le *Président* remercie M. *van Ertborn* de ses intéressantes communications et l'engage à persister dans ces études, qui sont de nature à faire connaître dans ses détails le sous-sol profond de la Belgique.

E. Van den Broeck. — **Quelques détails sur le phénomène naturel ayant fait croire, dans la région de Gap, à l'éruption d'un volcan.** (Le « volcan » du Glaizil.)

Sous ce titre, M. *Van den Broeck* fait une communication orale basée sur la publication, depuis fin mai, dans la plupart des organes quotidiens et autres de la presse européenne, d'articulets à titres sensationnels et consacrés à une prétendue éruption volcanique dans les Hautes-Alpes du Dauphiné.

Le prétendu « volcan du Glaizil » paraît avoir inspiré la verve des chroniqueurs, et malgré de multiples démentis émanant de sources autorisées et remettant au point le phénomène naturel, qui avait tout d'abord ému les populations régionales, puis de nombreux lecteurs de journaux en tous pays, la légende d'une éruption volcanique dans les Alpes du Dauphiné paraît s'incruster curieusement dans le domaine de la crédulité publique. Aujourd'hui encore, 18 juin, soit trois semaines après l'éboulement survenu au Glaizil, voici ce qu'on trouve dans un des organes les plus répandus et les mieux informés de la presse bruxelloise :

Le volcan dans les Hautes-Alpes.

Je vous ai téléphoné l'apparition d'un volcan près de Gap. Depuis lors on avait prétendu que c'étaient de simples éboulements. Les pierres qui tombent du sommet inabordable de la montagne sont toutes de format identique et semblent avoir éprouvé l'action d'un feu intérieur.

Le sommet de la roche est, d'ailleurs, entièrement brûlé. On s'arrête maintenant à une double hypothèse. On croit que la foudre a dû tomber sur un réservoir intérieur

contenant du pétrole, car la présence de sources de pétrole n'est pas rare dans la région.

On peut croire aussi à un gisement de charbon qui se consumerait lentement. Les gens du pays sont frappés de terreur superstitieuse, mais il n'y a pas moyen d'atteindre au sommet de l'éruption parce que la montagne est à pic.

(*L'Étoile belge* du 18 juin 1901.)

C'est cette mention qui engage M. Van den Broeck à fournir quelques détails topiques sur la constitution géologique du massif du Champsaur, auquel appartient le pic Pierroux, de la chaîne de Faraut, voisin du Glaizil et siège du phénomène constaté au-dessus du Glaizil en mai dernier. Ces données montrent l'absolue invraisemblance de la possibilité d'éruptions volcaniques actuelles dans ces parages à strates crétacées et jurassiques simplement relevées en montagnes d'érosion séculaire.

La simple lecture raisonnée d'une carte géologique ne permet de laisser subsister aucun doute sur cette affirmation.

Passant ensuite au récit des curieuses scènes d'émoi qui ont affolé une partie de la population du bas Champsaur, — région située sur un contrefort peu élevé, situé en face du siège du phénomène, — M. Van den Broeck donne lecture d'articles de journaux locaux, qui montrent combien il est facile de faire admettre, par des populations non à même d'apprécier à sa juste valeur un phénomène naturel aussi simple que celui de vastes éboulements de montagne, des causes mystérieuses, effrayantes, et il fait remarquer, en passant, que ce sont bien souvent de tels épisodes qui ont donné naissance à la croyance de prétendus miracles ou à des légendes de toute espèce, dont l'origine réside dans de puériles terreurs ou dans de fausses conceptions de populations ignorantes et affolées.

M. Van den Broeck s'est adressé pour complément d'informations précises à son collègue de la Société géologique de France, M. *David Martin,* conservateur du Musée de Gap, savant fonctionnaire et géologue, qui, devant l'effervescence du public, a cru utile de faire une enquête sur place, afin d'arriver à rassurer complètement les populations. Il a reçu de M. D. Martin la lettre suivante :

Le pseudo-volcan du Glaizil.

Dimanche dernier, 2 juin, j'entendis dire qu'un volcan venait de se produire, à 6 heures du matin, au Glaizil. Je n'attachai aucune importance à ce bruit. Mais le lendemain arrivait à la préfecture une lettre

du maire de cette localité. Cette lettre annonçait que des phénomènes extraordinaires se produisaient dans la montagne depuis le 28 mai (7 heures du matin) : un éboulement accompagné de fumée, de flammes et de projections de pierres et de scories. C'est probablement un volcan, et il y avait lieu de rassurer la population, disait le texte. Nous nous rendîmes, le 4 juin, sur les lieux, et il nous fut facile de constater qu'il n'y avait eu qu'une série d'éboulements de rochers survenus sur les formidables escarpements de la montagne de Faraut, vers l'altitude de 1 750 mètres.

Quelques circonstances, comme poussières intenses et étendues éclairées par les étincelles provoquées par le choc des silex (des calcaires sénoniens, barrémiens), le ricochet des pierres sur une plateforme et qui semblaient projetées de l'intérieur du rebord sur la plateforme, etc., avaient fait supposer aux indigènes qu'il s'agissait d'un volcan.

J'ai passé une partie de mon existence dans une région escarpée et où les éboulements sont fréquents. Les plus remarquables et les plus nombreux se produisent surtout pendant les époques de sécheresse et de grande chaleur. Les éboulements qui se sont répétés du 28 mai au 2 juin ont-ils quelque relation avec les chaleurs insolites actuelles et les taches solaires? Il serait téméraire de l'affirmer, car la montagne de Faraut, qui se dresse en mur vertical de 10 kilomètres de longueur entre les altitudes de 1 500 et de 2 560 mètres n'est formée que par les assises tourmentées et instables du Crétacé. Aussi les éboulements y sont fréquents. Les habitants du Glaizil ne s'étaient pas préoccupés de ces éboulements survenus à partir du 28 juin, accoutumés qu'ils sont à ces phénomènes. Ils sont d'ailleurs protégés par les croupes secondaires des grands escarpements supérieurs.

Mais, grâce à la sérénité exceptionnelle de l'air, les habitants des plateaux de la rive opposée assistèrent terrifiés à toutes les phases de l'éboulement. Ces alarmes gagnèrent bientôt les populations du Glaizil, et déterminèrent la lettre du maire au préfet et tout ce qui s'en est suivi.

Gap, le 7 juin 1901. *(S.)* David Martin.

La lettre de M. Martin, fait remarquer M. Van den Broeck, contient quelques détails au sujet d'un des points qui avaient provoqué le plus d'alarmes parmi les observateurs du phénomène. C'est l'existence positive de *lueurs* et *d'étincelles*, dont la mention se retrouve dans la série d'articles de la presse régionale relatant le phénomène.

Cette donnée de l'existence positive de lueurs d'étincelles lors du vaste éboulement du Glaizil permet, croit M. Van den Broeck, certaines réflexions d'ordre scientifique. Bien que simplement présentée sous forme d'hypothèse, le point de vue que voudrait soulever M. Van den Broeck pourrait peut-être utilement compléter certain côté, resté encore un peu problématique, ou non complètement résolu, des faits observés au Glaizil.

On vient de voir qu'il paraît résulter nettement des constatations faites que des *phénomènes lumineux,* soit sous forme d'étincelles ou de flammes, soit sous l'aspect de poussières ou de vapeurs éclairées et rougeâtres, ont été positivement observés. Une cause fort vraisemblable de production de lumière se trouve, à diverses reprises, énoncée dans l'enquête et dans le texte ci-dessus reproduit de la lettre de M. Martin. Cette cause paraît fort bien justifiée, mais est-elle unique et suffisante pour avoir pu produire les lueurs signalées aux grandes distances où l'observation a dû se faire? Si les habitants du plateau opposé à la paroi montagneuse en voie d'écroulement ont pu, grâce à la grande transparence de l'air, comme le dit M. Martin, apercevoir nettement des phénomènes lumineux accompagnant les éboulements, il n'est pas aisé d'admettre la production des lueurs et de l'éclairage constatés, sans une intensité et une simultanéité des plus considérables — surprenantes même en l'occurrence — dans la friction des rognons de silex et dans le jaillissement des étincelles.

Certes des étincelles se produisent — l'expérience est facile à exécuter — dans le choc violent de silex en friction l'un contre l'autre : l'hypothèse est donc fondée, mais la visibilité des étincelles elles-mêmes à de pareilles distances paraît plus problématique. Quant aux flammes, il ne faut pas s'y arrêter, à moins d'incendies d'herbages séchés mis sous l'influence du contact des étincelles. Ce sont surtout des *lueurs* que l'on a dû voir éclairant des nuages, soit de poussières, soit peut-être de vapeurs provenant alors des parties intimes du massif rocheux, mises à nu par les éboulements.

La production de telles vapeurs amenées par le phénomène de l'éboulement lui-même n'a rien d'impossible. M. Van den Broeck n'en veut d'autre preuve que l'extrait suivant d'une lettre que vient précisément de lui adresser notre collègue M. W. Prinz, professeur de géologie à l'Université de Bruxelles, et qu'il lui a envoyée après avoir appris par l'ordre du jour de la séance d'aujourd'hui qu'il devait être question ce soir des phénomènes du Glaizil.

« Puisqu'il s'agit d'un glissement de montagnes, écrit M. Prinz, n'y

aurait-il pas eu dans le cas présent le phénomène souvent constaté d'un *échauffement* tellement considérable du terrain que *des explosions de vapeurs d'eau* se produisent, avec projections de pierres, imitant des manifestations éruptives. Plusieurs éboulements en Suisse, ajoute M. Prinz, ont été accompagnés de semblables éruptions. »

En confirmation du fait signalé par M. Prinz, on peut ajouter les détails donnés par M. le professeur *Heim* en 1882 et rappelés par M. *A. de Lapparent* dans la quatrième édition de son beau *Traité de Géologie.* « En 1806, lors de la trop célèbre catastrophe du Rossberg, dont la partie éboulée ensevelit trois villages avec 457 personnes, il y eut un déplacement de roches qui fut évalué à 15 000 mètres cubes. La zone affectée atteignit 1 500 mètres de long, sur 320 mètres de large et 32 mètres d'épaisseur. Il s'agissait ici d'un puissant conglomérat rocheux qui s'était graduellement fissuré et qui, pénétré ensuite par des pluies abondantes, glissa sur sa base argileuse délayée par les pluies.

» La débâcle fut si rapide, relate M. de Lapparent, que des oiseaux furent, dit-on, tués en l'air par le mouvement, et le glissement engendra *une telle chaleur* qu'il se produisit des projections de boue et de pierres, lancées par la *vapeur* résultant de l'échauffement des nappes d'eau. » (*Traité de Géologie,* 4e édit., p. 210.)

Le fait de ces brusques vaporisations d'eau amenées par de puissantes frictions de roches imprégnées soit d'eau d'infiltration, ou peut-être même d'eau de carrière tout simplement, constitue un point de vue qui mérite d'attirer l'attention. Toutefois, dans le cas présent, le phénomène de *projection* des pierres n'est nullement en relation avec les forces explosives de la vapeur d'eau brusquement produite; ce fait est parfaitement expliqué dans les documents ci-dessus par la disposition topographique des lieux par rapport aux points d'observations donnant lieu à des trajectoires de rebondissement ayant pris, d'en bas ou des plateaux d'en face, l'apparence de projections d'allures centrifuges.

Quant aux vapeurs proprement dites qui auraient pu accompagner les nuées de poussières émanant du bouleversement des roches calcaires séparant les bancs ou rognons de silex, il est difficile d'affirmer et de nier leur existence, et si elles se sont produites, certes leur plus grande transparence que celle des poussières aux phénomènes d'illumination ou de production de lueurs tendrait à expliquer plus facilement encore les phénomènes lumineux observés à de grandes distances.

De plus, si ces vapeurs ont existé, ne peut-on admettre, toujours comme hypothèse à étudier, que l'incontestable production de phénomènes de changement de *tension électrique* qui ont dû se produire

au moment des éboulements et de la vaporisation d'eau a pu, elle aussi, amener des déflagrations, des lueurs d'éclair rappelant ceux si fréquemment constatés, et parfois avec une si effrayante intensité, dans le panache de vapeurs et de cendres des grandes éruptions volcaniques. Le cas n'est pas le même, assurément, puisque c'est précisément l'absence de tout phénomène volcanique qui caractérise les événements du Glaizil; mais l'observation ci-dessus a pour but de signaler que le cas de production de vapeur d'eau, que peut amener un simple phénomène de friction mécanique, se complique de phénomènes électriques qui pourraient parfaitement, dans l'éboulement du Glaizil, avoir donné naissance aux lueurs constatées, et ce parallèlement à la production, non discutée ici, des étincelles amenées par le choc de multiples rognons de silex s'entre-choquant.

Pour ce qui concerne la cause première du phénomène, est-ce simplement l'influence des actions de contraction et de dilatation dues aux variations de la température exceptionnellement anormale dans ces derniers temps? Est-ce, au contraire, l'influence d'une cause endogène en relation avec le curieux ensemble de phénomènes cosmiques, solaires, sismiques, magnétiques et autres qui, surtout à partir de l'apparition, le 20 mai, de la grande tache solaire que l'on sait, ont agité un peu partout la Terre? Nul n'est en mesure de le confirmer ou de le nier, et il pouvait être intéressant à ce sujet de savoir si les instruments enregistreurs de M. le professeur Kilian, de Grenoble, c'est-à-dire situés non loin de la région considérée, ont fourni quelque indication d'ébranlements sismiques ou microsismiques en relation avec les éboulements du massif calcaire du Glaizil?

Ce qu'il faut noter comme circonstances d'ordre purement climatérique ayant pu agir de leur côté pour désagréger ces hauts remparts calcaires, évidemment fissurés, comme le sont tous les massifs de l'espèce, c'est la grande et brusque transition des conditions de température.

Les mêmes journaux régionaux du 6 juin qui nous apportent, après les racontars et les impressions de la première heure, le résultat de l'enquête scientifique de M. Martin, signalent, en d'autres colonnes des mêmes numéros, qu'aux temps variés et plutôt frais de la première période de mai a succédé, sans transition aucune, une vraie température estivale. Ces journaux parlent de températures de 27 et 30° à l'ombre et de 47° en pleine lumière.

De telles circonstances, plus accentuées encore, sans doute, dans leur contraste aux altitudes élevées, siège du phénomène, et qui ont

fait succéder au refroidissement nocturne de journalières et intenses phases diurnes de caloricité, anormale pour la saison, ont dû, indépendamment de toute autre cause qui aurait pu servir d'amorce et de « mise en train » aux mouvements de désagrégation, avoir une incontestable influence tout au moins sur l'intensité du phénomène.

Note ajoutée pendant l'impression.

Une nouvelle lettre reçue de M. Martin, et datée du 24 juin, répond en ces termes à une demande complémentaire de M. Van den Broeck, relative aux prétendues « flammes » que certains spectateurs de l'éboulement des hauteurs du Glaizil disent avoir constatées : « Quant à la question des flammes apparues pendant l'éboulement, c'est absolument faux. Car il ne fut réellement constaté que des poussières plus ou moins éclairées par les étincelles du choc des silex.

» Le phénomène est habituel dans les éboulements qui ont lieu sur des pentes presque verticales. J'ai assisté maintes fois à ces phénomènes. Dans le massif dioritique (du N.-E. d'Aubessagne et à 9 kilomètres à l'E.-ENE. du siège de l'éboulement actuel), j'ai assisté à des avalanches formidables de blocs.

» L'avalanche était accompagnée d'étincelles comparables par le nombre à un gigantesque feu d'artifice; chaque bloc semblait ainsi illuminé. J'ai vu ces éboulements se produire sur la montagne, moi me trouvant au bas. Je les ai vus passer aussi à 200 mètres sous mes pieds du haut d'une berge de couloir de montagne. Je n'ai pas pu constater de phénomènes électriques dans ces circonstances. Dans ces chutes, un certain espace est incessamment parcouru par des milliers de cailloux et de blocs qui, partant de divers points, se heurtent par mille ricochets et vont tomber en tous sens, après s'être entre-choqués dans l'espace. Je me suis trouvé à pareille fête; c'est très beau, mais je ne vous souhaite pas de pareilles émotions. »

La séance est levée à 10 h. 40.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 18 JUIN 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OTTO NORDENSKJÖLD. **Les formations des pampas.** Communications de l'Institut géologique-minéralogique de l'Université d'Upsala. (*Geol. Stockholm Förhandl.*, Bd 22, H. 3, 1900.)

L'auteur donne un exposé intéressant des formations tertiaires et quaternaires de la partie méridionale de l'Amérique du Sud. Il étudie en même temps la formation du lœss dans ces contrées et les questions paléontologiques qui s'y rattachent.

L'Amérique du Sud, comme du reste le continent américain dans son ensemble, est constitué par une chaine côtière à l'Est et des plaines à l'Ouest, s'étendant en Patagonie et dans La Plata jusqu'à l'Océan. La chaîne des Andes est constituée par des roches qui pour la plupart sont d'origine prétertiaire. Les plaines sont couvertes par trois espèces de dépôts : au Sud, on rencontre un limon glaciaire; dans la même zone, on rencontre des couches de gravier roulé qui rappellent le *Nagelflüh* des Alpes, en partie d'origine marine, mais surtout constitué par des dépôts fluviaux; enfin, au Nord, on rencontre, sur une étendue immense, une formation surtout constituée par du limon stratifié et renfermant en grande abondance des restes d'animaux fossiles, ce sont les *formations des pampas*. Sous ces dépôts récents, on rencontre partout des formations tertiaires anciennes.

Sur la carte que l'auteur a jointe à son travail, on peut voir que le Chili est constitué par les roches cristallines des Andes, de même que le plateau paléozoïque cristallin du Brésil. L'Argentine et le Paraguay sont couverts par les formations des pampas. Les Terres Magellaniques entre le fleuve de Santa-Cruz au Sud et le Rio-Negro au Nord sont couvertes par le gravier roulé, et enfin au Sud de celui-ci on rencontre la boue glaciaire qui a été abandonnée par les moraines.

Le sol des pampas est formé par un limon à grains très fins, stratifié, dont la couleur varie du jaune clair au brun-rouge et devenant plus compact vers la profondeur. Ce terrain est très poreux et absorbe une très grande quantité d'eau. Il se fendille verticalement, et l'on a constaté qu'il est traversé par une infinité de canaux capillaires à direction plus ou moins verticale. Au microscope, on trouve dans la masse limoneuse de gros éclats des minéraux divers qui proviennent des montagnes des terrains primaires. Ce limon est très calcareux et renferme aussi de notables quantités de sels alcalins et de gypse. On voit donc qu'on a affaire à une formation qui ressemble beaucoup à celle que Richthofen a décrite en Chine, et l'on peut lui donner également le nom de *lœss*.

On y trouve d'un autre côté : 1° des concrétions calcaires, qui se présentent parfois sous forme de bancs et auxquelles les Argentins ont donné le nom de *tosca;* 2° des dépôts de sable et de gravier mêlés à des fragments de tosca et qui, conjointement avec le lœss, remplissent d'anciens lits de rivières; c'est là que l'on trouve les ossements fossiles les mieux conservés; 3° d'anciens dépôts de lagunes, assez fréquents; 4° des dépôts marins dans le voisinage immédiat des côtes actuelles; 5° enfin, au-dessus de l'ensemble des formations repose une couche épaisse de 1 mètre au moins, friable, riche en humus, mais pour le reste en tout semblable au lœss.

L'auteur donne ensuite quelques détails sur les fossiles de Mammifères qu'on rencontre dans ces terrains, les Oiseaux et les Reptiles terrestres étant beaucoup plus rares.

Il y a eu différentes théories sur la formation du lœss. Darwin croyait que les pampas étaient couvertes par les dépôts du delta du fleuve La Plata. Cette théorie a été rajeunie récemment par Lydekker, qui admet que ce dépôt avait été facilité par une dépression prolongée et continue de la région. Bravard admettait une formation de dunes, et, tout récemment, Roth a prétendu que celles-ci s'étaient formées non seulement sur le bord de la mer, mais encore autour de grandes lagunes à l'intérieur du pays. Bürmeister et Ameghino, qui ont le mieux étudié les formations en question, prétendent qu'elles se sont formées en partie par suite d'inondations de rivières et de bassins intérieurs, en partie sous l'inflence du vent. Le meilleur exposé de la question a été fourni par Stelzner, qui a appliqué ici la théorie fournie par Richthofen pour le lœss de la Chine. Les matériaux de décomposition des roches se sont déposés dans des bassins sans écoulement, qui se desséchaient à certaines saisons de l'année, et c'est alors que le vent les soulevait pour les étendre sur toute la contrée.

Il est établi que les formations des pampas se sont déposées en coïncidence avec une période glaciaire de l'Amérique du Sud, de sorte qu'une partie des matériaux est fournie par la boue glaciaire provenant des glaciers descendant des Cordillères. Il y a lieu de signaler, en outre, une formation d'estuaire, la *formation du Parana*, qui présente une extension beaucoup plus grande que le bassin du Plata, qui renferme une faune sensiblement plus ancienne, mais analogue à celle des dépôts du fleuve actuel, et mélangée à des organismes marins. Il faudrait donc admettre qu'à l'époque des formations du Parana, le niveau du sol dans cette partie de l'Amérique se trouvait plus bas que de nos jours.

L'auteur donne ensuite un tableau de classification des dépôts superficiels de la partie méridionale de l'Amérique du Sud.

Tertiaire		Formations patagoniennes		Miocène ancien.
		— suprapatagoniennes		— —
		— de Santa-Cruz		— supérieur.
Formation des pampas au sens large.	Formations intermédiaires.	Formations du Parana		Pliocène.
		Dépôts de Monte-Hermoso		Quaternaire.
	Formations des pampas proprement dites		Inférieures.	
			Moyennes.	
			Supérieures.	
	Dépôts post-pampéens			Moderne.
	— récents			

Avant d'étudier en détail ces différents étages, l'auteur passe en revue les groupes d'animaux dont on trouve les restes à l'état fossile, et surtout les Carnassiers, les Ongulés et les Édentés.

Pour le groupe des Carnassiers, on trouve quelques représentants isolés dans les *formations intermédiaires* (p. ex. *Cynonasua*), tandis qu'ils prennent une très grande extension dans les formations des pampas proprement dites et dans les dépôts récents; il faudrait donc admettre qu'il y a eu vers cette époque une invasion venant du Nord.

De même pour les Ongulés, on en trouve peu de représentants dans les *formations intermédiaires,* mais le groupe des Proboscidiens est très caractéristique pour les *formations des pampas,* alors qu'il fait défaut dans les dépôts récents. Il y a lieu de signaler, en outre, le sous-ordre des *Astrapotheria,* qui constitue un type ancien encore à l'état généralisé, ressemblant au Rhinocéros, qui ne se rencontre que dans les formations tertiaires. Enfin, il y a deux sous-ordres dont on rencontre encore actuellement quelques représentants, mais qui sont tout à fait caractéristiques pour les formations tertiaires et pampéennes.

On les a réunis sous le nom de *Litopterna;* ce sont des animaux assez divers qui se placent entre les *Condylarthra* et les *Perissodactyla.* Parmi eux, il faut placer les *Macrauchenia* et la famille des Proterotheridae, dont on rencontre surtout les représentants dans les formations tertiaires, parfois dans les formations intermédiaires ; mais ils manquent dans les formations pampéennes proprement dites.

Vient ensuite le sous-ordre des *Toxodontia,* auquel appartient la famille des *Toxodontidae.* Dans les formations pampéennes et aussi dans les dépôts de Monte-Hermoso, on rencontre le genre *Toxodon* qui représente le type le plus spécialisé et aussi le plus volumineux. Dans les formations intermédiaires, on trouve des formes plus petites et moins spécialisées, surtout au point de vue de la structure du système dentaire, telles que le genre *Toxodon.* Enfin, dans les couches tertiaires, on rencontre le genre *Nesodon,* encore plus généralisé et où les molaires sont pourvues de racines.

De ce qui précède, on peut conclure qu'il est facile de déterminer l'âge géologique des couches sud-américaines à l'aide des fossiles qui se rattachent à l'ordre des Ongulés. En outre, on peut suivre facilement l'évolution des types encore généralisés vers des formes plus spécialisées. Mais cette évolution s'arrête brusquement au commencement de l'époque récente, comme on peut du reste le constater encore mieux à l'aide de la paléontologie de l'ordre des Édentés.

Lydekker et d'autres ont proposé la création d'un ordre spécial, celui des *Effodientia.* Ce groupe est limité à l'hémisphère oriental, et les représentants vivant encore aujourd'hui ne se rencontrent plus que dans l'Amérique du Sud. Autrefois, c'est dans les formations des pampas que le groupe a acquis son plus grand développement, et l'on a beaucoup discuté sur son origine qu'on est porté à chercher soit dans le continent antarctique, soit dans l'Amérique du Sud. Wortmann voudrait les ranger parmi les *Tillodontia* qui ont occupé l'Amérique du Nord pendant la période éocène; il leur a appliqué le nom de *Ganodontia.* On voit que l'histoire de leur développement est de la plus grande importance pour nous faire connaître le développement géographique de l'hémisphère austral, et peut-être les expéditions antarctiques nous apporteront-elles la solution de cette question.

On peut diviser le groupe en cinq sous-ordres. Deux d'entre eux, les *Bradypodidae* et les *Myrmecophagidae* n'ont pas été trouvés jusqu'ici à l'état fossile. Des trois autres divisions, une seule fournit encore aujourd'hui des représentants, celle des *Dasypodidae,* ou Armadillos. Les deux derniers sous-ordres, les *Glyptodontidae* et les *Gravigrades,* ou

Megalotheridae, sont entièrement éteints et sont les plus caractéristiques pour les formations des pampas.

Les Glyptodontidae étaient revêtus d'une carapace dont les pièces étaient soudées entre elles et aux différentes parties de la colonne vertébrale. Ils avaient des molaires longues, prismatiques, simples et sans racine. Leur masse rappelait celle d'un bloc de rocher, long de $3^{m},50$ et haut de $1^{m},25$. La présence de ces fossiles est si caractéristique pour les formations des pampas, qu'on pourrait aussi les appeler les formations des Glyptodontidés.

Dans les *couches patagoniennes,* qui appartiennent à l'époque tertiaire, on rencontre une famille de ce sous-ordre : celle des *Propalaehoplophoridae,* dont les formes sont petites, à dentition encore généralisée, et qui se distinguent des autres familles en ce que les plaques osseuses de l'armure ne se recouvrent pas comme les tuiles d'un toit et indiquent ainsi un passage vers les *Dasypodidae* ou *Armadillos.*

Le sous-ordre des Gravigrades ou Megalotheridae n'est pas aussi caractéristique pour les formations des pampas, parce qu'on en rencontre souvent des représentants dans les couches tertiaires. Cependant deux genres sont caractéristiques pour les premières : le genre *Megatherium* (ou *Megalotherium*) et le genre *Mylodon.* Le Megatherium avait la grandeur d'un éléphant, le Mylodon était un peu moins grand. Les pieds présentaient des griffes puissantes et la queue avait des dimensions énormes. Le Megatherium ne possédait pas de carapace; le Mylodon présentait quelques ossements insérés dans la peau. On a trouvé, dans une caverne du Sud de la Patagonie, des restes d'animaux très voisins du genre Mylodon, qu'on a décrits sous le nom de *Glossotherium* (Erland Nordenskjöld) et de *Neomylodon* (Ameghino). Ces animaux paraissaient avoir été contemporains de l'homme, dont on a retrouvé les traces dans la caverne de Ultima Esperanza. Un morceau de peau de Neomylodon présentait encore des poils, et l'étude microscopique de ceux-ci a montré que leur structure était la même que celle des *Bradypus.* La peau renfermait des formations osseuses, de même que chez les *Dasypus;* de sorte que ces deux divisions auraient une origine commune. Les études de Erland Nordenskjöld sont d'autant plus intéressantes qu'il a prouvé que les Mylodon et les Megatherium se nourrissaient d'herbes et qu'il ne fallait plus, dès lors, les considérer comme des animaux forestiers, ce qui ne pourrait se rallier à la formation éolienne des pampas dans lesquelles ils ont vécu.

De ce qui précède, nous pouvons donc conclure que les formations des pampas se différencient nettement, au point de vue de leur faune,

des formations tertiaires. D'abord, on voit apparaître, venant du Nord, un grand nombre de représentants de familles modernes : Carnassiers, Ongulés périssodactyles (à ongles impairs), Ongulés artiodactyles (à ongles pairs), Éléphants.

Les familles anciennes disparaissent (p. ex. Astrapotheridae). Enfin, des familles qui avaient existé avant cette période produisent des formes qui se distinguent par leurs dimensions énormes et leur degré marqué de spécialisation, tels les Glyptodontés, et, à un moindre degré, les Megalotheridae. Si nous nous reportons ensuite aux temps récents, on voit que les formes citées plus haut ont disparu complètement ou qu'elles ont été remplacées par des animaux plus petits (p. ex. *Armadillos*). D'un autre côté, les groupes cités en premier lieu, qui avaient envahi les pampas en venant du Nord, ont disparu pour la plupart : tel le sous-ordre Mastodon.

Les formations des pampas constituent donc un système géologique très caractérisé, dont il reste à établir l'âge. Roth croyait que celui-ci coïncidait avec toute la durée des temps caïnozoïques, depuis l'Éocène jusqu'au Moderne; Steinmann et Bürmeister, par contre, les considéraient comme quaternaires, tandis que pour Ameghino elles étaient pliocènes.

Si l'on se rapporte au tableau donné plus haut, on rencontre d'abord les *couches suprapatagoniennes,* qui renferment une faune de Mollusques assez abondantes, que Steinmann et Ortmann entre autres ont déclarée miocène ou peut-être oligocène. Viennent ensuite en discordance les *formations de Santa-Cruz,* qui renferment un grand nombre de restes de Mammifères; elles sont du Miocène probablement récent. Puis viennent les dépôts du cap Fairweather, décrits par Hatcher, qui les rattache au Pliocène ancien et en partie au Pliocène récent. Sur ceux-ci reposent en concordance la formation considérable du gravier roulé de la Patagonie. Dans ces derniers temps, Von Ihering a pu faire des observations très intéressantes. Dans les couches du cap Fairweather, il a découvert des coquilles qui présentent une très grande ressemblance avec celles des *formations du Parana,* et il en a conclu que les deux formations étaient contemporaines. De cette façon, on a obtenu un point de départ pour déterminer l'âge des *formations des pampas.* Si nous considérons avec Von Ihering les *formations du Parana* comme pliocènes, on peut dire que les *formations des pampas* embrassent le Pliocène et le Quaternaire, ou, mieux encore, que la formation du lœss a commencé avec les temps pliocènes.

On peut même aller encore plus loin; l'expédition suédoise Eldsland

a vérifié une observation de Darwin, qui a décrit dans les Terres Magellaniques une très grande étendue de dépôts formés par la boue glaciaire provenant d'une époque de glaciation qui coïncide plus ou moins avec la période européenne. Les formations morainiques sont séparées des formations de gravier roulé par une discordance très accentuée qui a donné lieu à des vallées profondes. Les masses de gravier ont été transportées par des rivières puissantes, qui charriaient également des blocs de glaces contenant des fragments de roches, et il est probable que la crue des eaux courantes était également en rapport avec une période glaciaire ancienne. On sait que les *formations de gravier roulé* ont les mêmes rapports avec les *couches du cap Fairweather*, que les *formations des pampas* avec les *formations du Parana*, qui sont contemporaines des *couches pliocènes du cap Fairweather*. Nous pouvons donc admettre que la période de froid a commencé au Pliocène, ou tout au début de la période quaternaire, et qu'en tout cas, les *formations des pampas* ont pris naissance au moment de l'abaissement de la température. On voit que ces conclusions ont leur importance pour l'étude du lœss en Europe.

Il serait du plus haut intérêt de savoir comment les *formations des pampas* rencontrent les *formations de gravier roulé* dans le Nord de la Patagonie. Il paraît probable à l'auteur qu'il y a passage de l'une à l'autre, et les observations faites jusqu'ici ne contredisent pas cette manière de voir.

Enfin, il reste à signaler un dernier point très important. Depuis longtemps, on avait trouvé dans l'étage supérieur, puis plus tard dans l'étage moyen des formations pampéennes, des traces de l'existence de l'homme. Comme on croyait ces couches d'une époque géologique très ancienne, on en avait conclu que c'est ici que l'on rencontrait les traces de la première apparition de l'homme sur la terre. On vient de démontrer que cette hypothèse n'est pas fondée; néanmoins, il est intéressant de constater l'existence de l'homme au Quaternaire ancien dans cette région reculée du globe.

L'étude systématique de la géologie de l'Amérique du Sud en est encore à son début; cependant, les résultats obtenus sont des plus intéressants, tant au point de vue de l'analyse du développement géologique que des conditions de climat dans ces contrées et en Europe; aussi convient-il de suivre ces travaux avec la plus grande attention.

Dr Nils Olof Holst. — **Les relations de l'Époque glaciaire avec les oscillations du sol, spécialement en Scandinavie,** d'après la traduction de F. A. Bather, D. Sc., pour le *Geological Magazine*, Dec. IV, vol. VIII, n° 443, p. 205, Mai 1901.

Dans un mémoire du Service géologique de Suède, le Dr *Holst* donne une étude approfondie des dépôts post-glaciaires dans la mer Baltique et dans le golfe de Bothnie, basée sur des coupes stratigraphiques prises le long de la côte, sur une flore subfossile de Diatomées et sur une flore sub-fossile de végétaux supérieurs, fournie par le Dr Gunnar Andersson.

L'auteur divise l'époque d'eau douce (à Ancylus) et l'époque marine (à Littorina) de la façon suivante :

1° L'époque ancienne à Ancylus, qui renferme parfois, pour le Sud de la Suède, des restes de plantes arctiques;

2° L'époque moyenne à Ancylus, qui renferme des restes de bouleau et de pin.

Pendant cette époque, la glace qui couvrait les parties basses de la Suède centrale se fond, et la mer pénètre dans la Baltique, dont l'eau devient salée pour quelque temps;

3° L'époque récente à Ancylus, ou la moitié ancienne de l'époque du chêne;

4° L'époque des couches à Littorina, ou la moitié récente de l'époque du chêne, pendant laquelle la communication actuelle avec la mer fut établie.

L'eau de la mer intérieure, qui au début de l'époque des couches à Ancylus était douce, devient salée.

La présence de Diatomées arctiques montre que le froid devient plus marqué pendant l'époque des couches à Littorina.

L'auteur démontre ensuite que la Suède méridionale subit deux élévations avec deux dépressions consécutives auxquelles la Suède centrale n'eut aucune part, et l'explication la plus naturelle lui paraît celle qui admet que le Sud de la Suède, délivré du poids de la couche de glace, s'éleva et se mit à osciller, alors que la couverture de glace de la Suède centrale continua à déprimer celle-ci. On expliquerait de la même façon la rapidité avec laquelle le sol s'est relevé après l'époque glaciaire, et, de plus, il faudrait admettre qu'au début de cette période, la Scandinavie se trouvait à un niveau beaucoup plus élevé que de nos jours.

Le géologue écossais T.-F. Jamieson avait déjà poursuivi le même ordre d'idées, en 1865, dans le « Quarterly Journal of the Geological Society », et avait même émis l'opinion que la dépression causée par

le poids du manteau de glace pouvait avoir amené l'éjection de laves volcaniques à des distances plus ou moins grandes, et il cite les éruptions volcaniques de l'Islande. Il rappelle, en outre, que les fjords de la Norwège et les West Highlands de l'Écosse sont restés déprimés depuis l'époque glaciaire.

M. Holst rappelle que le géologue américain Upham chercha même à expliquer de semblable manière les formations glaciaires de la période permo-carbonifère en Australie, en Afrique et dans l'Inde. Il admet que ces contrées se trouvaient autrefois à un niveau plus élevé, et si l'on se rappelle que le *Kilimo Ndjaro*, qui ne se trouve qu'à 3° de l'équateur, est couvert de glace à son sommet, une époque glaciaire pour l'Inde aussi bien que pour les autres contrées devient admissible.

Il faudrait donc démontrer que le niveau de la Suède a été autrefois beaucoup plus élevé, et qu'il en a été de même pour l'Amérique du Nord. Pour ce qui regarde cette dernière, J.-W. Spencer a établi que les rivières depuis le Mississipi jusqu'au Saint-Laurent continuent leur sillon, au delà des côtes actuelles, jusqu'à une profondeur de 3 000 pieds; d'où il faudrait conclure que le pays se trouvait naguère à un niveau plus élevé. On a fait des observations analogues pour la côte pacifique du même continent. M. Spencer croit même que cette surélévation existait encore à une époque relativement récente, sinon les lits sous-marins seraient déjà comblés. On sait que des observations analogues ont été faites pour les fjords de la côte de Norwège.

L'élévation préglaciaire de la Scandinavie comprenait naturellement aussi le fond de l'Atlantique Nord, à l'Est et à l'Ouest du Groenland, et s'étendait jusqu'au Sud de l'Angleterre, qui se trouvait alors reliée au continent. On trouve une nouvelle preuve de cette élévation de niveau dans la présence des tourbières sur la côte de l'Angleterre et la découverte de coquilles d'*Unio* et de coquilles de grève dans le détroit de la Manche à une profondeur de plus de 200 pieds.

L'analogie entre les flores de la Scandinavie, de l'Écosse, des îles Feroë, de l'Islande et du Groenland prouve suffisamment que pendant les temps quaternaires, ces contrées se trouvaient reliées entre elles. Cette réunion suppose une élévation de 3 000 pieds (891 mètres), et A.-S. Jansen en a fourni la preuve à la suite des recherches de l'expédition Ingolf en 1896. On a trouvé entre l'Islande et l'île de Jean Mayen, à une profondeur de 1 309 fathoms danois (2 465 mètres), les coquilles de bivalves d'eau peu profonde : *Astarte Banksii*, *A. borealis*, *A. compressa*, *Cardium ciliatum*, *C. groenlandicum*, *Cyrtodaria siliqua*, *Macoma calcaria*, *Saxicava arctica* et *Yoldia arctica*, et celles-ci, par leur grand

nombre, démontrent qu'elles ont vécu sur place (à une profondeur de 100 fathoms [327 mètres]), de sorte que le niveau de la mer se trouvait alors relevé jusque 2 138 mètres; en outre *Yoldia arctica* indique que le dépôt s'est fait pendant l'époque glaciaire.

Grâce à cette surélévation du fond de la mer du Nord, celle-ci se trouvait renfermée dans un bassin intérieur et ne communiquait plus avec le Nord que par le canal entre les Shetland et les Feroë, et le Gulf Stream ne pouvait plus y exercer son action réchauffante.

Si donc on admet qu'au début de la période quaternaire, l'Amérique du Nord se trouvait à une hauteur de 1 000 mètres et la Scandinavie à une hauteur de 2 000 mètres au-dessus du niveau actuel, on peut se demander quelle en était la cause. On a déjà fait observer que les districts glaciaires coïncident avec les roches archéennes. Pendant la période silurienne, la Scandinavie était couverte par la mer, et même pendant une partie de la période devonienne. Depuis lors, cette région a continué à se surélever jusqu'à l'époque quaternaire, comme le montrent les cartes géologiques de l'Europe, où nous voyons l'ancienne mer paléozoïque, puis la mer mésozoïque, reculer son rivage de plus en plus vers l'Est. Le cours des événements était analogue dans l'Amérique du Nord, où le rivage des mers anciennes recule de plus en plus vers le Sud, au fur et à mesure que le plateau archéen du Nord se relève.

A quelle cause attribuer cette harmonie dans la marche du mouvement?

Si, pendant la période quaternaire, le sol a cédé sous le poids de la glace, il faut admettre qu'au début de la formation de la croûte terrestre, celle-ci a dû céder sous le poids de l'accumulation des roches solides. En Scandinavie, on observe les failles et les formations bréchiformes, surtout à la limite de l'Archéen et du Cambro-Silurien. Si cette explication est vraie, on pourrait en conclure que les couches paléozoïques doivent avoir atteint une épaisseur énorme par suite de l'accumulation des sédiments au fond de la mer au fur et à mesure que celui-ci s'enfonçait.

Mais si la sédimentation tend à déprimer la croûte terrestre, il faut qu'il y ait des surélévations correspondantes en d'autres points, que l'on devrait chercher dans les zones archéennes, qui offrent assez de résistance pour s'élever en masse et n'ont jamais subi l'action déprimante du poids de l'accumulation des matériaux de sédimentation.

Cette surélévation a continué jusqu'aux temps quaternaires, et les contrées surélevées sont devenues le centre de formation d'une croûte de glace.

Si cette théorie est exacte, l'apparition de l'époque glaciaire dans une zone donnée suppose des modifications si nombreuses et si profondes, qu'elles n'ont pas de tendance à se modifier rapidement, de sorte qu'il paraît difficile d'admettre la théorie des périodes interglaciaires; ce qui a provoqué les objections suivantes :

La formation des couches glaciaires du Nord n'explique pas les phénomènes glaciaires concomitants des Pyrénées, des Alpes et du Caucase, mais on peut les considérer comme secondaires et dus au refroidissement causé par la couche de glace du Nord de l'Europe.

Une autre objection paraît plus importante. Nous avons vu le niveau du sol de la Suède osciller non seulement pendant l'époque glaciaire, mais même pendant l'époque post-glaciaire. Les aires de dépression glaciaire et post-glaciaire coïncident; il n'y a eu de différence que dans l'intensité des mouvements. La dépression glaciaire a été de 280 mètres, la dépression de l'époque des couches à Ancylus de 200 (?) mètres, et celle de l'époque des couches à Littorina de 100 mètres. On pourrait donc admettre que tous ces mouvements ont eu la même cause. Nous trouvons celle-ci dans la disparition de la pression du poids de la couche de glace, qui a entraîné le sol de la Scandinavie dans un état d'oscillation lente. Cette zone, déprimée un peu plus bas que la côte glaciaire la plus supérieure, s'élève pour la première fois lorsque la glace disparaît. Elle descend de nouveau pendant l'époque des couches à Ancylus; c'est alors que la terrasse à Ancylus se forme.

La zone se relève ensuite et descend pour la troisième fois jusqu'au niveau indiqué par la terrasse supérieure des Littorina. L'élévation consécutive à cette descente dure encore de nos jours, et il n'est pas téméraire de prédire que les oscillations continueront, en devenant plus faibles et plus courtes, jusqu'à ce que l'impulsion donnée par la pression de la couche de glace sera neutralisée par les autres facteurs qui déterminent les oscillations du sol.

Prof. G. F. Wright F. G. S. A. — **Phénomènes géologiques récents dans le Nord et dans le centre de l'Asie.** (The Quarterly Journal of the geological Society, vol. LVII, n° 226, 6 mai 1901.)

L'auteur a recherché en Asie des traces de glaciation analogues à celles que l'on constate en Amérique, sur la côte Atlantique, depuis la région de Hudson Bay jusqu'aux environs de New-York à la lati-

tude 41°, et sur le Mississipi jusqu'à Carbondale, dans le Sud de l'Illinois, latitude 38°.

Il se rend d'abord au Japon, et il constate que nulle part dans l'île de Yéso (latitude 42° à latitude 45°), on ne rencontre de signes d'une glaciation étendue.

Il se rend ensuite à Kalgan, dans la Mongolie. Il y étudie le bord oriental du plateau s'élevant à une altitude moyenne de 5000 pieds, et ne trouve nulle part de traces de glaciation.

Mais toute la région est couverte de lœss, qui actuellement encore subit l'action du vent d'une façon très marquée. Le professeur Wright traverse une série de montagnes parallèles qui bordent le plateau Mongolien à l'Est. Elles s'élèvent à une hauteur de 5000 pieds et sont séparées par des vallées dont le fond descend parfois à 3000 pieds plus bas. Partout le lœss s'est accumulé sur le côté Sud-Est des montagnes, qui est en général le côté protégé contre le vent. Les habitants se sont creusé des habitations dans ce dépôt, et c'est ainsi qu'a été construite la mission belge de Shirontse, qui compte 2 000 habitants.

Cependant, on rencontre d'autres dépôts de lœss, si considérables et d'une disposition horizontale si parfaite qu'il est difficile d'admettre que l'action seule du vent les a créés. On les rencontre dans les vallées, mais surtout dans la plaine qui s'étend depuis le golfe de Pe-Chi-Li jusqu'à la passe de Nan-Kau. Cette plaine s'élève insensiblement vers l'Est, et quand elle s'approche des montagnes, on y rencontre une série de couches à matériaux grossiers, interstratifiés avec le lœss. Les torrents de montagne présentent à l'endroit où ils débouchent dans la plaine, des deltas énormes, formés surtout de lœss. Dans la région montagneuse, on est très frappé de la fréquence des couches stratifiées de gravier et de galets dans le lœss. Il faut donc bien admettre que le vent et l'eau ont contribué à la formation du lœss.

En tout cas, le dépôt du lœss s'est fait, dans la Chine orientale, à une époque relativement récente, qu'on peut évaluer à quelque dix mille années. Elle correspond avec les périodes glacières de l'Europe et de l'Amérique du Nord, c'est du moins ce qu'il faudrait admettre si l'on compare l'importance de l'érosion avec celle de la déposition sub-aérienne. Partout le lœss est enlevé par les eaux plus qu'il ne se dépose par le vent, et dans le golfe de Pe-Chi-Li, la côte s'est avancée de 40 milles depuis deux cents années avant J.-C., grâce aux dépôts du Pei-Ho.

L'auteur visite ensuite la Mandchourie et la rivière Soungari, et il constate une accumulation très considérable de dépôts fluviatiles sous l'influence d'une dépression continue du niveau du sol.

M. Wright passe ensuite dans le bassin de l'Amour, qu'il compare au fleuve Saint-Laurent; ce dernier a été barré pendant l'époque glaciaire et a déversé ses eaux dans les vallées de Champlain et du Missisipi. En Asie, on ne peut constater rien d'analogue, et l'on doit admettre qu'il n'y a pas eu de glaciation de la vallée inférieure de l'Amour au Nord du 53e parallèle. De Blagovestshensk à Chita, le fleuve traverse un plateau où l'on peut constater les indices d'une érosion subaérienne prolongée.

Arrivé au lac Baïkal, l'auteur fait remarquer que le bassin du lac est entouré de tous côtés de montagnes hautes de 4000 pieds, sauf en un seul point, par où s'écoulent les eaux de la rivière Angara. Les affluents du lac, la Selenga, et d'autres ont creusé dans le plateau des vallées profondes et larges de plusieurs milles, dont les détritus auraient suffi pour combler plusieurs fois le lac, si l'on n'était obligé d'admettre que la formation du lac est d'origine très récente.

Le voyage se continue ensuite vers la mer Caspienne, le long des hautes montagnes qui bordent le plateau central asiatique au Nord-Ouest, et près de Tashkend, le long de l'Ala-Tau et des monts Alexandrovsky situés au Sud. Nulle part on ne peut constater que les glaciers soient descendus dans la plaine. Cependant de Vernoë à Samarkande, sur un parcours de 600 milles, la route traverse une terrasse de lœss qui atteint parfois l'épaisseur de 100 pieds. Cette terrasse correspond de l'autre côté du plateau avec les dépôts similaires de la Chine. Pour les expliquer, l'auteur admet une submersion de la région à une profondeur de 3000 pieds. Il voit une confirmation de cette théorie dans le fait que le lac Balkash, qui est sans issue et situé à une hauteur de 1000 pieds au-dessus du niveau de la mer, présente des eaux non salées, d'où il faudrait conclure que les eaux pouvaient s'écouler encore tout récemment dans un autre bassin. Le lac Aral, de son côté, présente des eaux à peine saumâtres, et la mer Caspienne ne présente que le tiers de la salinité des eaux de l'Océan. On rencontre une infinité de lacs desséchés qui ont laissé des dépôts salins. M. Wright pense qu'immédiatement après l'émersion de la région, les pluies ont été suffisantes pour rendre douces les eaux des lacs, et que le temps qui s'est écoulé depuis n'a pas été suffisant pour la concentration des matières salines.

Cette théorie permettrait d'expliquer le dépôt de lœss par l'action de l'eau, au lieu de l'action éolienne, qui suppose un climat sec, alors que le climat humide paraît plus probable.

Arrivé à Trébizonde, le géologue fit une constatation qui témoigne en faveur de la dépression récente du continent. Il trouva sur un massif

de roches volcaniques, à une hauteur de 650 pieds, un dépôt de galets littoraux récents, d'une épaisseur de 100 pieds et s'étendant sur une longueur de 1 mille. Une dépression de 600 pieds amènerait tout le Sud de la Russie sous le niveau de la mer et expliquerait les énormes plaines de lœss qui forment la caractéristique de ce pays.

A Saint-Pétersbourg, M. Wright constate qu'il se trouve d'accord avec les géologues russes pour admettre qu'il n'y a pas eu de glaciation générale au Sud du parallèle 56° N. et que quelle qu'ait pu être l'intervention du vent dans la formation du lœss de la Chine, son action n'est pas suffisante pour expliquer l'accumulation du lœss du Turkestan et de la Russie.

L'auteur rappelle à ce sujet une découverte que le professeur Armashevsky a signalée au VIIe Congrès géologique international (1897). A Kiew, le Dniéper traverse la plaine à une profondeur de 350 pieds. Sur ses rives, on constate d'abord une épaisseur de lœss de 50 pieds, et sous celui-ci, à une profondeur de 53 pieds, le professeur a trouvé des silex paléolithiques. Il en conclut que la formation du lœss est postérieure à l'apparition de l'homme dans ces contrées.

Comme conclusion, M. Wright attribue l'absence de glaciers continentaux en Asie à la sécheresse du climat. Au nord du 40e parallèle, la précipitation d'eau n'atteint pas une épaisseur de 20 pouces, sauf sur une étroite bande qui borde la mer à l'Est. Mais la différence avec la géologie du continent américain peut aussi provenir des différences de niveau. Il est très probable qu'en Amérique la période glaciaire a coïncidé avec une élévation de 2000 à 3000 pieds. Si l'on admet que celle-ci a coïncidé avec une dépression en Asie, on pourrait trouver là la cause de l'absence de glaciers que l'on constate dans le Nord de l'Asie après la fin de l'époque tertiaire.

SÉANCE SPÉCIALE DE LA SECTION DU GRISOU
du 21 juin 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président*.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance :

M. le *Gouverneur du Hainaut* nous annonce la liquidation des deux subsides spéciaux de 500 francs qui nous ont été alloués respectivement en 1900 et en 1901 par la province de Hainaut. — (*Remerciements.*)

M. *Mojsisowics* se met à notre disposition pour nous faire obtenir l'échange des publications de la « *Erdbeben Commission* » de Vienne.

La *Société Hibernia*, à Herne, nous renseignera, dès que son directeur général sera rentré de voyage, sur les conditions de fonctionnement de l'appareil à analyser les mélanges grisouteux placé dans la mine.

M. *Moureaux*, de l'Observatoire météorologique et magnétique du Val-Joyeux, à Villepreux (Seine-et-Oise), nous fournit des indications au sujet d'appareils pour l'enregistrement des variations magnétiques.

MM. *Harzé* et *Smeysters* s'excusent de ne pouvoir assister à la séance; ce dernier confrère nous fait connaître le résultat d'une enquête faite au sujet des manifestations grisouteuses observées pendant la période du 19 au 31 mai écoulé.

M. *Kilian*, de Grenoble, promet de nous tenir régulièrement au courant des secousses qui seront enregistrées par le sismographe de Grenoble.

M. *P. Petit*, ingénieur en chef de la Société anonyme des Houillères de Saint-Étienne, nous adresse une lettre de laquelle nous extrayons le passage suivant relatif à son autocapteur de grisou.

« ... Avec la présente, j'ai l'avantage de vous adresser une note, publiée par les *Annales des Mines* (1) et par le *Bulletin de la Société de l'Industrie*

(1) P. Petit, Note sur un autocapteur ou appareil servant à effectuer automatiquement, de façon continue, des prises d'air grisouteuses ou de gaz quelconques (*Ann. des Mines de France*, livr. de février 1896, pp. 289-297, pl. VII, 9e sér., t. IX).

minérale (COMPTES RENDUS MENSUELS), sur un appareil que j'ai dénommé *autocapteur,* et que j'ai combiné en vue d'effectuer *automatiquement,* et de façon *continue,* des prises d'air grisouteux.

Depuis l'année 1895, toutes les mines de notre Société sont munies d'un ou plusieurs appareils de ce genre, dont deux spécimens figuraient à l'Exposition universelle de 1900. Ces appareils, d'une simplicité extrême, d'une régularité de fonctionnement parfaite, nous donnent entière satisfaction, et nous permettent de construire avec précision la courbe journalière de la variation des teneurs en grisou, soit du retour général, soit d'un retour partiel, soit d'un point critique qu'on désire soumettre à l'observation.

Je crois que l'étude des questions encore si obscures du dégagement du grisou ferait un grand pas en avant, si l'emploi de cet appareil de contrôle se généralisait dans les mines : beaucoup d'exploitants hésitent à l'installer, parce que l'autocapteur est un mouchard; mieux vaut, selon moi, être fixé sur l'étendue des risques qu'on court que de se faire illusion à soi-même ...

Personne mieux que vous, Monsieur, n'est acquis par avance à ce raisonnement, puisque vous vous efforcez d'établir une corrélation entre le phénomène du dégagement du grisou et les causes multiples qui peuvent le produire. Saisir l'effet d'une façon *continue,* pour en analyser les causes, voilà le but véritable de mon appareil.

Veuillez agréer, etc. P. PETIT. »

En réponse à une demande ultérieure, M. l'ingénieur *Petit* a encore fourni les renseignements suivants :

« Je n'ai pas de constructeur attitré pour la fabrication de mon appareil; si vous le désirez, j'en ferai établir deux exemplaires par l'ouvrier que j'ai chargé de construire ceux qui, depuis cinq années, sont en service courant dans les divers chantiers de nos mines grisouteuses.

Le prix d'un autocapteur, muni de 6 flacons, est de 150 francs. Les appareils pourraient vous être livrés, dans un mois environ, parfaitement réglés et prêts à fonctionner. Le coût d'un flacon de prise de gaz, muni de ses deux robinets en cuivre, est de 5 francs. Si, au lieu de 6 prises par jour, vous vouliez faire 24 prises, il vous faudrait au moins 12 flacons : le prix total de l'autocapteur serait d'environ 190 francs.

Si votre budget vous permet de faire l'acquisition d'un ou deux appareils, je me tiens à votre entière disposition pour la commande.

Les brochures que je vous adresse sont, je crois, assez complètes

pour qu'à leur lecture votre Comité du Grisou saisisse aisément le principe du fonctionnement de l'autocapteur et les avantages qu'il est à même de procurer pour une étude scientifique et méthodique des dégagements grisouteux.

Veuillez agréer, etc. P. PETIT. »

Des remerciements sont votés à M. l'ingénieur *Petit* pour ses précieux renseignements et pour ses offres si obligeantes.

Enfin, d'une lettre de M. *Paul Habets*, nous extrayons le passage suivant, faisant ressortir la grande complexité des recherches qu'entraînera notre étude en ce qui concerne les méthodes et instruments pour déterminer les variations du dégagement de grisou dans les mines.

« Jusqu'à ce jour, notre Comité ne semble s'être préoccupé que des observations sismiques à faire, des instruments à employer et du lieu de leur établissement; mais ce n'est là qu'un côté relativement simple de la question. La complexité des recherches sera bien plus grande lorsqu'il s'agira de fixer les méthodes et instruments pour déterminer les variations du dégagement de grisou dans les mines. Cette matière est de la compétence des mineurs, et non seulement un concours financier, mais encore le concours d'un nombreux personnel attaché aux mines sera nécessaire. Il faut évidemment, si tant est que l'on entreprend sérieusement l'étude des corrélations qui pourraient exister entre les mouvements sismiques et le dégagement du grisou, arriver à *élucider complètement* le problème, et pour cela il faut que *dans un groupe de mines* aussi étendu que possible des *observations méthodiques* soient pratiquées d'une façon *constante*. Jusqu'à ce jour, rien d'irréfutable n'a été fait dans cet ordre d'idées, et les observations d'Anzin elles-mêmes ne sont pas de nature à enlever toute espèce de doute sur les résultats qu'elles ont donnés. De simples constatations de coïncidence d'activité endogène avec un accroissement de la teneur en grisou de telle mine ou de tel chantier de mine est sans valeur aucune, s'il n'est démontré que cet accroissement ne peut être dû à une des nombreuses causes qui dans une mine peuvent influer sur la quantité de grisou présente dans l'atmosphère souterraine. Une mine est par sa nature même si complexe, tant de facteurs interviennent pour modifier les conditions de sa ventilation, que l'isolement d'un phénomène est chose toujours très difficile.

L'étude du problème que la Section permanente du grisou s'est proposée exige des observations attentives et continues et des plus minu-

tieuses des conditions de ventilation et de l'état de l'atmosphère souterraine.

Dans la plupart des cas, ces observations seront à faire sur des teneurs très faibles de grisou; nos mines sont aujourd'hui très puissamment aérées, et la teneur générale est souvent inférieure à 0.5 °/₀ CH^4. Voyez de quel ordre d'importance peuvent être les variations d'une telle teneur, et cependant une teneur de 0.5 °/₀ pour un débit de 30 mètres cubes par seconde conduit à un dégagement de gaz très important par vingt-quatre heures.

Des observations à l'aide de lampes grisoumétriques seront toujours insuffisantes pour l'observation de très faibles écarts qui peuvent cependant conduire à des variations très notables du dégagement; il est impossible de se rendre compte de ce dernier si l'on ne connaît les quantités d'air dans lesquelles le gaz est dilué. Ces quantités d'air sont variables, non seulement d'un jour à l'autre, mais suivant la nature du travail effectué dans la mine. Des observations, quant au volume d'air circulant dans la mine, s'imposent en même temps que l'on détermine la teneur de cet air en grisou. De nombreux appareils et des méthodes diverses de mesure existant pour les unes et pour les autres, pour avoir des résultats comparables, il convient que les mêmes instruments, les mêmes méthodes soient employés dans toutes les observations. Le dégagement est certes le point capital de l'étude, mais ne faudrait-il pas y adjoindre des observations sur le grisou dans son gisement lui-même? Ici encore les méthodes d'investigation existent. Elles sont plus ou moins connues des mineurs. C'est là toute une série de questions des plus importantes que l'on aurait pu élucider. Il y a longtemps, en 1898, je vous ai déjà écrit à ce sujet et vous ai proposé de présenter à la Section permanente des extraits de mes leçons sur l'aérage des mines afin d'amorcer la discussion des divers points; vous avez sans doute jugé qu'il fallait d'abord résoudre les questions qui se rattachent à la sismologie. Je crois qu'il est temps de se préoccuper des questions qui se rattachent au domaine du mineur et pour lesquelles le concours des exploitants vous sera indispensable.

Veuillez agréer, Monsieur, mes sincères salutations.

PAUL HABETS. »

M. *Van den Broeck* croit utile, avant de passer aux communications inscrites à l'ordre du jour, de signaler et même de reproduire *in extenso* dans le présent Procès-Verbal le compte rendu analytique fait par M. *Verney* à la séance du 5 mai 1900 de la *Société de l'Industrie miné-*

rale d'une étude publiée dans le *Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen*, relative à un appareil *inscripteur* de la proportion de grisou contenue dans l'air des mines.

Sur l'avis favorable de l'Assemblée, cet article de M. Verney est reproduit ci-dessous avec la figure qui l'accompagne.

NOTE

SUR UN

Appareil destiné à analyser les mélanges grisouteux (1)

PAR

M. l'Ingénieur VERNEY.

La plupart du temps, on cherche la teneur en formène des mélanges gazeux au moyen de l'analyse chimique ou de la lampe Pieler. L'analyse présente l'inconvénient qu'elle ne peut être faite que par un spécialiste et dans un laboratoire; la lampe Pieler ne donne qu'une approximation insuffisante. L'appareil décrit plus loin peut être employé sans aucune connaissance spéciale et permet de lire, à un instant quelconque, avec autant de facilité qu'on voit l'heure sur une montre et avec une approximation de 0.05 °/₀, la teneur en grisou d'un courant d'air déterminé. Il peut être installé en un endroit quelconque où l'on puisse amener par un tube l'air à analyser.

Le principe de la méthode repose sur la différence de poids de deux colonnes gazeuses, l'une d'air pur, l'autre d'air chargé de grisou, différence révélée par un micromanomètre de haute sensibilité. Le même appareil sert, avec des dimensions différentes, à doser l'acide carbonique dans les gaz des foyers de chaudières.

L'appareil (voir la figure ci-après) se compose essentiellement de deux tubes verticaux *a* et *b* de même diamètre et d'une hauteur de 5 à 6 mètres, mesurée de *k* en *x*; *f* est un robinet mettant le tube *a* en communication avec un tube *d* d'où vient l'air de la mine; *e* met en communication le tube *b* avec l'air pur extérieur. L'aspiration de l'air de la mine, d'une part, et de l'air extérieur, d'autre part, est produite

(1) D'après le *Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen.*

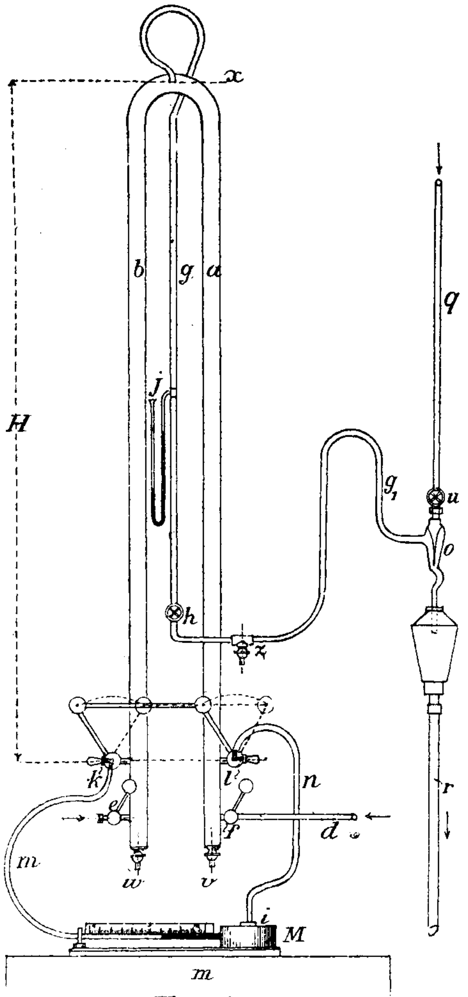

x
b
g
a
q
j
H
g1
u
o
h
z
k
l
n
e
f
d
m
w
v
r
i
M
m

Fig. 1

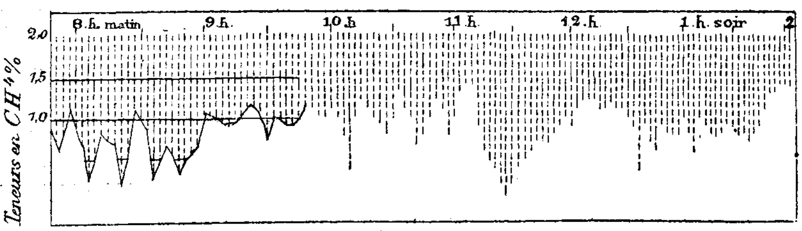

Teneurs en CH4%
2,0
1,5
1,0
8 h. matin
9 h.
10 h
11 h.
12 h.
1 h. soir
2

Fig. 2

par la trompe à eau *o*. Sur le tube *g*, qui réunit le sommet des tubes *a* et *b* à la trompe, sont placés un manomètre ordinaire et un robinet. Un petit robinet *z* permet d'expulser l'eau condensée dans le tuyau *g*.

A la distance H, sous le point *x*, sont placés deux robinets coudés *k* et *l*. Ils peuvent mettre en communication chacun des tubes *a* et *b* avec les deux branches du micromanomètre, ou bien fermer les tubes *a* et *b* et faire communiquer les deux branches du manomètre avec l'air ambiant. Les deux robinets *k* et *l* sont manœuvrés simultanément par une tige qui en réunit les poignées.

Le micromanomètre se compose d'une boîte M de 10 centimètres de diamètre, formant la première branche, réunie à un tube de verre gradué, de très faible diamètre et incliné, *m*, qui est la seconde branche, et remplie d'alcool de 0.80 de densité. L'inclinaison du tube *m* est inversement proportionnelle à la sensibilité de l'instrument; elle est de $^1/_{400}$ dans le cas ordinaire.

Supposons donc les deux tubes *a* et *b* remplis, au moyen de la trompe, l'un, *a*, d'air pur, l'autre, *b*, d'air de la mine.

Suivant la loi de l'équilibre hydrostatique, le liquide va s'élever dans la branche *m*, et d'autant plus qu'il y aura dans le tube *b* un gaz plus léger par rapport à celui qui remplit le tube *a* : ces deux gaz se trouvant dans les mêmes conditions de pression et de température. Le niveau du liquide dans le tube *m* indiquera donc directement la différence de densité des deux colonnes *a* et *b* et, partant, la teneur en grisou de l'air enfermé en *b*.

En effet, 1 mètre cube d'air pèse 1 293^{gr},06 à 0° et 760 millimètres, 1 mètre cube de CH^4 pèse, dans les même conditions, 715^{gr},06; 1 mètre cube d'air renfermant 10 % de CH^4 pèsera par conséquent 1 235^{gr},26, soit 57^{gr},80 de moins que 1 litre d'air.

Or, si les colonnes gazeuses, dans l'appareil, avaient seulement 1 mètre de haut, une différence de poids de 1 000 grammes par mètre cube entre elles produirait une élévation de 1 millimètre d'eau dans la petite branche du manomètre. Comme elles ont 6 mètres, et que la différence de poids est de 57^{gr},8, l'élévation de la colonne liquide dont la densité est très rapprochée de celle de l'eau sera de :

$$\frac{6 \times 57{,}8}{1000} = 0{,}3468.$$

L'inclinaison du tube étant de $^1/_{400}$, le liquide se déplacera dans ce tube de :

$$400 \times 0{,}3468 = 138{,}72.$$

Pour chaque unité de CH^4 °/₀ dans le mélange, on obtient un déplacement du liquide de :

$$\frac{138,72}{10} = 13,87.$$

Il suffirait, pour retrouver ce résultat, d'écrire l'équation d'équilibre des fluides dans l'appareil, considéré comme formant un système de vases communicants.

Le micromanomètre porte à côté de la graduation en millimètres une échelle où se trouvent, en regard des indications de l'échelle précédente agrandie, les teneurs correspondantes en CH^4 depuis 0 jusqu'à 2.8 °/₀, avec des divisions en millièmes, ce qui permet d'apprécier $^1/_2$ millième.

Pour avoir les variations de teneur en grisou du courant d'air à examiner, il est nécessaire d'envoyer dans l'instrument un courant ininterrompu. Mais dans ce cas, la trompe n'a pas à surmonter les mêmes résistances pour aspirer l'air pur dans le tube *a*, l'air de la mine dans le tube *b*; ce dernier est, en effet, à une pression moindre. Il y aurait donc là une cause d'erreur qui fausserait les indications du micromanomètre si l'on n'avait le moyen de l'éliminer. C'est à cela que sert le manomètre *j*. La trompe est d'abord mise en mouvement, puis on ouvre le robinet *e* entièrement et l'on observe la dépression qui s'établit en *j* (40^{mm} par ex.). On ouvre alors *f* graduellement et on le laisse dans une position telle que cette même dépression reste établie.

Enregistrement automatique des indications de l'instrument. — On obtient cet enregistrement par un procédé photographique qui donne, de trois en trois minutes, la teneur en CH^4 indiquée par le micromanomètre et dont nous allons dire quelques mots.

L'alcool contenu dans le manomètre est rendu imperméable à la lumière par une couleur noire d'aniline et une source lumineuse éclaire vivement le tube. Un objectif photographique envoie de ce tube une image un peu agrandie sur la périphérie d'un cylindre tournant autour d'un axe horizontal à raison de un tour en douze heures. Il se dessine ainsi, suivant une génératrice, un trait continu représentant la colonne liquide suivie d'une série de petits traits transversaux, image des divisions tracées en noir sur le tube de verre. Si le cylindre est couvert de papier sensible à l'action de la lumière, on obtiendra sur toute sa périphérie un négatif où restera en blanc la surface balayée par l'image de la colonne liquide. Mais cette image, à un instant donné, a 3 millimètres de largeur, ce qui correspond à une rotation du cylindre de

trois minutes, de sorte que, comme il suffit de dix secondes pour impressionner le papier, on a peu de netteté et l'on n'obtient que l'indication du maximum de hauteur du liquide pendant un certain intervalle de temps.

Pour remédier à cet inconvénient, il fallait, ou bien agrandir le tambour, ou bien augmenter la vitesse de rotation, ou bien se contenter d'obtenir des épreuves à des intervalles de temps déterminés. C'est à cette dernière solution qu'on s'est arrêté comme étant la plus pratique.

Le cylindre est recouvert, d'abord d'une couche de papier sensible, puis d'une feuille présentant des fentes suivant les génératrices et distantes entre elles d'une distance correspondant à une rotation du cylindre de trois minutes. Elles sont assez larges pour que l'image s'y projette pendant le temps nécessaire à l'impression du papier.

On obtient ainsi un diagramme présentant une série de traits interrompus et qui sont les images négatives successives de la partie du tube de verre dans laquelle il n'y a pas de liquide, avec ses divisions. On peut réunir les extrémités de ces traits par une ligne continue pour donner plus de netteté à la figure. (Voir p. 450, fig. 2.)

Les feuilles mesurent 52 centimètres de long pour douze heures et ont une largeur de $8^{cm},5$.

Le papier est au platinobromure d'argent. On le fixe avec des bains spéciaux de composition simple, qui permettent de faire toutes les opérations nécessaires en vingt minutes.

Cet appareil est brevevé D R P et D R G M et construit par Schultze, à Berlin (S. W.). Il fonctionne en particulier à la mine Hibernia, à Herne.

Communications des membres :

M. le professeur *Eug. Lagrange* fait la communication suivante :

Rapport sur les travaux de la première réunion de la Commission permanente sismologique à Strasbourg (avril 1901)

I. — Historique.

Les conclusions de ce rapport autorisent, pensons-nous, un court historique de cette création scientifique nouvelle : la *Commission permanente sismologique.*

Le XIXe siècle a vu se développer en même temps, d'une manière remarquable, grâce à la marche progressive de la science physique, la géodésie, qui étudie en elle-même la forme du globe, et la sismologie, qui s'attache à ses déformations dynamiques. Ces deux sciences sont en rapport étroit entre elles et avec la géologie elle-même. C'est de la sismologie que nous avons à nous occuper ici.

Depuis de longs siècles, on savait que certaines régions du globe sont soumises à des mouvements brusques et temporaires qui sont du ressort du vulcanisme; l'Italie, le Japon, la côte occidentale de l'Amérique du Sud notamment, sont des régions soumises aux tremblements de terre, que l'on y considère comme des phénomènes en quelque sorte habituels et réguliers. Mais ce que la seconde moitié du XIXe siècle nous a appris, c'est que les mouvements sismiques produits en ces régions se propagent sur d'énormes surfaces et traversent de part en part le globe lui-même; en outre, le perfectionnement des instruments récepteurs (microsismomètres et microsismographes) nous a montré que dans son ensemble le globe tout entier se modifie périodiquement sous des actions diverses, sur une échelle très faible il est vrai. En un mot, la terre est encore une masse vivante et non pas une masse morte et inerte. L'étude de ces petites déformations a agrandi énormément le champ de la sismologie. Celle-ci est devenue actuellement une science nouvelle, complète en elle-même et qui prête son appui à la géodésie.

Sans entrer dans aucun détail relatif au développement de la sismologie, nous dirons que l'Italie et le Japon ont les premiers, depuis de longues années, abordé ces études, et que les géophysiciens allemands, en dernier lieu, en ont agrandi et généralisé le domaine; je rappellerai ici les noms de Von Rebeur, de Ehlert, du professeur Schmidt, etc... Les brochures que je joins à ce rapport donneront quelque appui à cette thèse (1).

Frappé du grand rôle de la science nouvelle, comprenant que l'organisation d'un système général d'observations sur toute la surface du globe se présentait comme étant de la plus haute importance, convaincu que le moment était venu de réunir les efforts des savants dans une voie commune, M. le professeur Gerland (Strasbourg) conçut, dès 1894, le projet d'une entente entre les sismologues de tous les pays. Après avoir exposé ses idées devant le Congrès de géographie d'Iéna, en 1894,

(1) *Programme de recherches géophysiques.* (BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE, 1898.) *Les stations géophysiques en Belgique.* (ANNUAIRE DE LA SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE, 1898.)

de Londres, en 1896, il publiait en 1898 un appel au monde savant, signé d'illustres adhérents. Enfin, en 1899, il faisait adopter, par le Congrès géographique de Berlin, la création d'une *Commission permanente sismologique*, chargée d'étudier l'organisation internationale à donner au système général d'observations.

Dès 1896, je m'étais attaché, dans notre pays, aux études sismologiques; jusqu'à cette époque, personne ne s'était chez nous occupé de ces questions nouvelles; tout au plus avait-on rassemblé, comme M. Lancaster, le directeur bien connu du Service météorologique, les données historiques relatives aux tremblements de terre sensibles ressentis en Belgique. La Commission permanente me fit l'honneur, en 1899, de m'appeler dans son sein; à cette date, j'avais pu déjà, grâce à un généreux Mécène de la science, M. E. Solvay, créer la station géophysique d'Uccle. J'avais aussi, dans des conférences faites devant les Sociétés d'Astronomie et de Géologie, développé un programme de recherches et préconisé la création d'autres stations en Belgique. J'avais, notamment, demandé la création d'une station souterraine à grande profondeur. Grâce à la Société de Géologie et surtout à M. E. Van den Broeck qui, au point de vue de l'étude du grisou, s'intéressait depuis longtemps aux questions sismologiques, elle sera prochainement fondée.

La Commission permanente sismologique s'est réunie à Strasbourg, sous la présidence de M. Gerland, les 11, 12 et 13 avril, et M. le Ministre de l'Intérieur a bien voulu m'y envoyer comme délégué du Gouvernement belge.

II. — Première réunion de la Commission permanente sismologique.

Les trois journées des 11, 12 et 13 avril 1901 ont été consacrées, d'une part, aux questions d'organisation, d'autre part, à de nombreuses conférences techniques, dont le détail est trop spécial pour que nous l'exposions ici, mais qui ont montré combien est grand déjà l'acquis de la science nouvelle, quels nombreux travaux elle a suscités et quel champ elle ouvre à l'activité scientifique. J'ai eu l'honneur d'y exposer ce qui avait été fait en Belgique, et de montrer que notre pays n'était pas resté, dans la voie du progrès, en arrière de ses voisins, qu'il avait même déjà réalisé ce que d'autres grands pays, la France notamment, ne possédaient pas encore.

Dans cette communication, faite à la Commission permanente sismo-

logique, j'ai montré comment, grâce aux travaux de M. E. Van den Broeck et à son active impulsion, l'attention scientifique s'était attachée, dans le monde des géologues belges, aux questions sismologiques. C'est à lui et à l'intervention de la Société de Géologie que nous devons l'installation des stations nouvelles qui seront incessamment créées et auxquelles également s'intéresse vivement le corps des mines.

Mais la question d'organisation des travaux de la Commission sismologique doit attirer principalement notre attention.

La réunion de Strasbourg avait un but bien déterminé, qui nous avait été indiqué depuis plusieurs mois, de manière que nos discussions pussent être profitables. Ce but était la création d'un *organisme international* destiné, d'une part, à guider, suivant des règles communes, les observations sismiques de toute nature, et, d'autre part, à leur donner dans certains cas une impulsion dans une direction déterminée.

L'ordre du jour, qui avait été élaboré par M. le professeur Gerland, présentait cet organisme comme une *Société internationale de sismologie* dont la *Commission permanente internationale* eût constitué la représentation permanente. Mais dans l'esprit de plusieurs sismologues les plus réputés, et je citerai notamment le professeur Omori, de Tokio (Japon), s'était fait jour l'idée de créer un organisme plus important et de remplacer la *Société de sismologie* par une *Association sismologique internationale.* L'état actuel de la science sismologique justifiait d'ailleurs en tous points une semblable création, qui mettrait les études sismologiques sur le même rang que les études géodésiques consacrées par l'*Association géodésique internationale.*

Cette question primordiale ayant été soulevée dès l'origine des délibérations, l'Assemblée nomma une commission spéciale chargée de décider ce point essentiel. Cette commission comprenait MM. Gerland (Allemagne), Lehwald, délégué du Ministère de l'Intérieur allemand, général Pomerantzeff (Russie), Omori (Japon), De Koukdi (Autriche-Hongrie), Wagner (Allemagne), Lagrange (Belgique), Forel (Suisse). Les deux membres français de la Commission permanente (MM. de Lapparent et Kilian) ne s'étaient pas rendus à Strasbourg pour des motifs divers; quant à M. Oddone (Italie), il n'était pas encore arrivé. Sur la proposition de MM. Omori et Pomerantzeff, la Commission adopta le projet de création d'une Association internationale de sismologie.

Cette décision fut ratifiée à l'unanimité par l'assemblée générale de la Commission permanente, qui exprima un vœu destiné à être transmis

au Gouvernement allemand et qui est conçu à peu près en ces termes :

La Commission permanente sismologique internationale réunie à Strasbourg exprime, au Haut Gouvernement de l'Empire d'Allemagne, le vœu de la création d'une *Association sismologique internationale* des divers États, conçue dans les termes généraux qu'indique le programme annexé, et demande au Gouvernement allemand d'intervenir diplomatiquement auprès des nations étrangères pour obtenir sa réalisation.

M. Lehwald, délégué du Ministre de l'Intérieur, s'était entièrement rallié à ces propositions, qui, grâce à l'appui acquis dès aujourd'hui de l'Allemagne, du Japon et de la Suède, seront probablement suivies d'exécution par la voie diplomatique.

Il résulte de l'expression de ce vœu que le Gouvernement belge sera prochainement saisi, par le Gouvernement allemand, de la question de cette création scientifique nouvelle et de tout ce qui y a rapport. Chaque pays serait représenté dans la *Commission permanente,* expression de cette association, par un seul et unique délégué. Si le Gouvernement juge à propos de me demander des éclaircissements à ce sujet, j'ai l'honneur de me tenir à son entière disposition.

J'ajouterai, enfin, que le *délégué* du Gouvernement belge a reçu du Gouvernement de l'Alsace-Lorraine, dans cette occasion, les marques les plus flatteuses de déférence qui s'adressaient à la Belgique, et auxquelles, à ce titre, il a été extrêmement sensible.

Après la communication de ce rapport, M. *Lagrange* a attiré l'attention des membres de la Commission sur l'existence des cartes de *failles* qui ont été dressées pour quelques régions de l'Allemagne. Il met sous les yeux des membres la carte tectonique du Sud-Ouest de l'Allemagne (en quatre feuilles), publiée par la Société géologique du Haut-Rhin (1), et fait ressortir l'importance qu'aurait, au point de vue des études sismologiques de toute nature, la mise sur pied d'une semblable carte pour la Belgique et les régions limitrophes (2).

En même temps, il se sert de cette carte comme de base explicative pour entretenir quelques instants la Commission d'une étude très intéressante de M. Futterer sur le tremblement de terre du 22 janvier 1896, dans le pays de Bade (3). Cette étude, qui a fait l'objet d'une des plus

(1) *Tektonische Karte* (Schollenkarte) *Südwestdeutschlands.*

(2) Il a appris depuis que M. Prinz avait déjà, en 1898, dans *Ciel et Terre,* signalé ces cartes techtoniques et leur importance.

(3) Dr FUTTERER, *Das Erdbeben von 22. Januar 1896 im Baden.* Karlsruhe.

belles conférences données devant le Congrès de Strasbourg, présente le grand intérêt de mettre en évidence, de la manière la plus nette, les liaisons étroites qui existent entre les mouvements sismiques sensibles d'une région, au point de vue de leur extension, et les failles des terrains.

Création du « Bulletin de la Station géophysique d'Uccle ».

M. *E. Lagrange* présente enfin à la Commission et fait hommage à la Société belge de Géologie du premier numéro du *Bulletin de la Station géophysique d'Uccle*. Il expose comment la composition du *Bulletin* est conçue et montre qu'il n'est destiné qu'à indiquer les principaux microsismes (insensibles) et, quand la chose est possible, les phases principales qui les caractérisent, avec les instants de leur origine et de leur fin. L'agitation sismique générale, quelles qu'en soient les causes, y est aussi renseignée. Ces données serviront, avec les résultats semblables consignés par les stations sismiques étrangères, de documents pour l'étude de la propagation des microsismes à laquelle tant de problèmes sont intimement liés. Il est bien entendu que l'étude des mouvements lents de l'écorce terrestre ne peut se faire que sur les courbes elles-mêmes et que le *Bulletin* ne pourra rien renseigner à cet égard.

M. le *Président* félicite chaleureusement M. *Lagrange* de l'initiative dont il a fait preuve par la publication du *Bulletin mensuel de la Station géophysique d'Uccle,* lequel est le premier de l'espèce et pourra conséquemment servir de modèle aux autres à venir.

E. Van den Broeck. — **État actuel de la question de l'étude en Belgique des corrélations grisouto-sismiques et création d'un réseau de stations appropriées à cette étude. — Dons généreux reçus des membres du Comité de patronage à cet effet.**

Par suite de l'abondance des matières à l'ordre du jour et dans le but de faire gagner du temps, M. *Van den Broeck* renonce à développer oralement la communication qu'il comptait faire sous ce titre, et, en remplacement, il dépose sur le Bureau le texte manuscrit d'une communication orale qu'il a faite récemment à la Société géologique de France sur le même sujet.

Il réclame l'autorisation d'en extraire et d'en faire figurer au Procès-Verbal les principaux passages que voici, remis au point pour l'impression dans notre *Bulletin :*

La communication que M. Van den Broeck a faite à Paris, avait surtout pour but d'apporter à la Société géologique de France la primeur d'une intéressante nouvelle relative à l'état actuel, en Belgique, de l'étude de la Géophysique et de la Météorologie endogène, spécialement appliquées à la recherche des corrélations grisouto-sismiques. Il en a profité pour faire un appel à Paris en faveur de l'utile extension géographique à donner à ces études, spécialement en France, où, il y a déjà quinze ans, une première tentative a fourni de précieux éléments d'appréciation.

Vu l'ampleur du programme des études de la Géophysique, science cependant née il y a à peine un quart de siècle; vu aussi la multiplicité des points de vue à traiter dans l'exposé des corrélations, étroitement liées, qu'elle évoque et qui intéressent à la fois le géologue, le physicien, le météorologue et bien d'autres encore, tels que le mineur, il n'est pas entré dans les développements d'un exposé général, même synthétique. Les curieuses révélations fournies par l'étude des résultats obtenus par les pendules horizontaux et autres destinés à la recherche des déviations de la verticale, comme de ceux obtenus par les instruments microscopiques et magnétiques, pourront faire l'objet d'une causerie ultérieure complémentaire. M. Van den Broeck s'est donc cantonné dans le domaine des corrélations paraissant exister entre certains phénomènes sismiques et les dégagements grisouteux. Il a fait remarquer à ses collègues de France que telle est l'étude qu'a entreprise, au sein de la Société belge de Géologie, en 1898, la *Section permanente d'études du Grisou,* constituée en vue de la recherche des lois éventuelles de prévision des périodes d'activité grisouteuse et de danger minier.

Faisant l'historique des recherches et des travaux destinés à signaler ou à mettre en relief les phénomènes dûment constatés de corrélations grisouto-sismiques, travaux qui ont suivi les premières indications sur la matière, exposées en 1874 par M. M.-S. de Rossi, en Italie, M. Van den Broeck a passé en revue ce qui s'est dit et fait depuis lors dans divers pays miniers et relate les travaux de MM. Davison, Milne et Walton Brown, en Angleterre; de Chantcourtois, Chesneau, Lallemand, F. Laur, Canu et Fortin, en France; Milne au Japon; Zenger

en Hongrie; Forel en Suisse (1). En Belgique, enfin, la récente mise en discussion, en 1898, par MM. L. Gérard, E. Harzé, E. Lagrange et E. Van den Broeck de la question des corrélations grisouto-sismiques, avait été précédée, depuis 1887, d'appels et d'exposés dus à M. A. Lancaster et à d'autres, qui ont ainsi mis en lumière dans leur patrie le vif intérêt qui s'attache à ces recherches de corrélations endogènes, que d'aucuns persistent toutefois à ne considérer que comme de simples coïncidences.

Au point de vue expérimental et de la vérification scientifique, trois pays ont tenté des essais pratiques dans cette direction : l'Angleterre, la France et le Japon. Ce sont respectivement : l'insuffisance et la non-appropriation des appareils, la décroissance locale de l'activité grisouteuse et une catastrophe ayant détruit les installations qui ont, à Marsden (Durham), à Hérin (Anzin) et à Takoshima, empêché la continuation normale des expériences.

Celles-ci, malgré des conditions défavorables, ont fourni, à Marsden comme à Hérin, des données irrécusables montrant non seulement la réalité de certaines corrélations, mais encore la possibilité de trouver dans l'avertissement préalable microsismique un véritable *précurseur* de l'activité grisouteuse. Dans le cas très net de ce genre, qu'il a signalé en 1898, d'après M. Chesneau, dans sa conférence faite devant la Société Géologique du Nord, à Béthune, et qui est relatif à des phénomènes constatés en décembre 1886, simultanément à Hérin, à Marsden, et en Belgique, M. Van den Broeck a rappelé qu'en contraste avec l'avertissement microsismique fourni dans les deux postes français et anglais, la dépression barométrique considérable qui a accompagné ces phénomènes endogènes, les a *suivis* et non *précédés* dans la marche chronologique des trois maxima microsismique, grisouteux et de dépression barométrique. Le premier s'est montré à Hérin neuf heures *avant* le second, qui a été *suivi* à douze heures d'intervalle du dernier!

Cette question des rapports existant entre les dégagements grisouteux et les dépressions barométriques, qui précèdent parfois, en effet, certaines des manifestations du grisou, a fait couler beaucoup d'éncre et a donné lieu, en divers pays, à de vifs débats contradictoires. Ceux-

(1) C'est l'Académie des sciences de Paris qui, en 1887, a publié le texte de la loi de Forel « *disant qu'il faut redoubler de précautions contre le grisou les jours qui suivent un tremblement de terre, dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de la mine à protéger* ».

ci cependant eussent pu être évités si l'on n'avait pas été conduit à vouloir *généraliser* des observations s'appliquant à des cas très différents dans leur essence. M. Van den Broeck est entré, à ce sujet, dans des détails précis autant que curieux pour les non-initiés, montrant la différence profonde qui existe entre les conditions où se trouve le grisou à faible pression et de débit relativement restreint, emmagasiné dans les déblais, remblais, vieux travaux, chantiers abandonnés, etc., et le grisou occlus, peut-être à l'état *liquide* ou *solide* ou, en tous cas, en tension considérable, dans les pores du charbon, où le manomètre appliqué au trou de sonde, soi-disant purgeur, le montre exister avec des écarts parfois considérables de pression pour de très minimes distances. C'est la détente brusque, le changement d'état de ce grisou (qui, sous cette forme, échappe aux variations de la pression atmosphérique) qui est le grand fléau du mineur, et tel est surtout le phénomène dont il s'agit de rechercher les causes, sans doute multiples.

Grâce aux perfectionnements incessants apportés, dans les régions minières de la plupart des pays, aux facteurs matériels de l'éclairage, de l'aérage, du tir des mines, de l'organisation des travaux préparatoires et de la conduite des travaux d'exploitation, le grisou à faible pression, le seul qui puisse se montrer influencé dans ses phases d'activité par les dépressions atmosphériques, n'est plus aujourd'hui, pour le mineur, un ennemi bien dangereux. Mais il n'en est nullement de même pour le grisou renfermé à *haute pression* dans la roche, où on l'y trouve parfois dénoncé par le manomètre comme existant à 20, 30 et 40 atmosphères et plus encore.

L'ennemi, en un mot, c'est le grisou des *dégagements instantanés,* ce fléau de certaines régions minières belges en particulier et qui se présente aussi sous des formes parfois un peu différentes dans d'autres pays, comme les « Sudden Outburst » en Angleterre, les phénomènes de l'espèce en Allemagne et ailleurs ; fléau dont enfin certains charbonnages du bassin de la Loire, comme à Saint-Étienne, commencent à leur tour à être incommodés.

C'est l'étude corrélative de divers phénomènes microsismiques et plus spécialement de certaines *ondes ou vagues terrestres* d'origine interne — décelées par les merveilleux instruments dont dispose actuellement la Géophysique, tels, par exemple, que le PENDULE HORIZONTAL TRIPLE — qui, plus encore que la répercussion directe des secousses sismiques proprement dites, paraît devoir constituer l'objectif des chercheurs en tant qu'*ausculto-précurseur* de l'exaltation grisouteuse.

Les études et recherches de la Géophysique se trouvent ainsi intimement rattachées à celles des relations grisouto-sismiques.

Déjà, grâce à la généreuse intervention de M. *E. Solvay*, le grand industriel et philanthrope bruxellois, M. *Eug. Lagrange*, professeur de physique à l'École militaire, a pu se trouver matériellement à même de réaliser le projet conçu par lui d'un observatoire souterrain de Géophysique, organisé et outillé suivant un plan qui depuis lors paraît avoir été adopté dans ses grandes lignes par la *Commission internationale* dont fait partie, pour la France, M. le Profr Kilian, de Grenoble. Ce poste souterrain, érigé à Uccle (Bruxelles), à proximité de l'Observatoire royal de Belgique, est dirigé scientifiquement par son créateur M. E. Lagrange, et malgré une fâcheuse interruption forcée, heureusement terminée depuis peu, il a déjà fourni les résultats les plus encourageants.

De son côté, la *Société belge de Géologie*, à l'aide des ressources spéciales dont elle dispose à cet effet, par suite de multiples libéralités, s'occupe en ce moment d'organiser le poste souterrain grisouto-sismique qu'elle avait, dès 1898, décidé d'établir dans les profondeurs du charbonnage grisouteux de l'Agrappe, près Mons. La récente catastrophe du Grand-Buisson, à Wasmes (Hainaut), a de nouveau attiré l'attention du public belge sur les utiles travaux de la Société, et M. Van den Broeck en a profité pour faire, par la voix de la presse, un chaleureux appel, qui a été entendu. De nouvelles libéralités faites à la Société belge de Géologie et dues à M. *Beernaert*, ministre d'État et Président de la Section permanente d'études du Grisou, ainsi qu'à d'autres donateurs, ont encore augmenté les ressources dont dispose la Société en faveur de son œuvre humanitaire autant que scientifique. Les généreux philantrophes qui, avec M. E. Solvay, constituent le *Comité de patronage* de la Section du Grisou, viennent enfin, ces jours derniers, de donner un noble exemple, dont M. Van den Broeck est heureux de les remercier ici publiquement. M. G. *Montefiore Levi*, le sénateur éclairé qui a doté l'enseignement universitaire de Liége du magnifique Institut d'électricité que l'on sait, vient de mettre une somme de 2 000 francs à la disposition du Comité du Grisou pour la réalisation d'un des principaux desiderata de la Société : l'organisation d'un poste externe géophysique et de comparaison qui sera situé sur le bord méridional de la grande faille du midi, au bois de Colfontaine, et à proximité du poste souterrain (à 819 mètres) actuellement en organisation à l'Agrappe et situé au Nord de ladite faille. Pour l'édification de ce poste à profondeur minière, l'Administration de la Société

anonyme des Charbonnages belges, son éminent directeur M. *I. Isaac* et son personnel technique (M. l'ingénieur *Abrassart* en tête) se sont mis à l'entière disposition de la Société belge de Géologie.

De son côté, M. *Ad. Urban*, administrateur directeur de la Société anonyme des carrières de Quenast, outre l'octroi d'un don personnel fort important, s'est engagé à faire édifier, organiser et outiller complètement un poste géophysique de comparaison, qui présentera cet intérêt spécial, exceptionnel même, d'être établi sur un massif cristallin éruptif, qui le mettra ainsi en relation directe avec les parties internes profondes de l'ossature du globe et avec leurs manifestations endogènes propres.

Enfin, M. *Ad. Greiner*, le directeur général de la Société Cockerill, aidé par quelques amis, exploitants de houillères du bassin de Liége, se met à la disposition du Comité pour organiser de même, aux frais de ce groupe régional, un poste souterrain grisouto-sismique, identique à celui de l'Agrappe, et qui sera installé dans une mine grisouteuse du bassin de Liége et en même temps peut-être qu'avec un poste complémentaire et externe de comparaison.

Ce magnifique et généreux élan, dans lequel *l'initiative privée* s'est largement vue aidée par certains de nos pouvoirs provinciaux, et qui permet actuellement à la Société belge de Géologie de réaliser le projet que lui avait soumis, il y a trois ans, M. Van den Broeck, constitue un réconfortant exemple, dont la Belgique a le droit d'être fière et dont les résultats dépasseront peut-être un jour en intérêt humanitaire et économique tout ce que l'optimisme des initiateurs peut prévoir aujourd'hui. Quant à ceux qui douteraient encore de l'opportunité de s'engager résolument dans ces voies nouvelles, mais dont la France peut s'honorer d'avoir déjà, dès 1886, éclairé expérimentalement les premières étapes, on peut se contenter de leur répondre par ces paroles d'un collègue sceptique, éminent et haut fonctionnaire des Mines belges, actuellement en retraite, qui, tout en ne partageant par les espérances des initiateurs de la Société belge de Géologie, a répété à l'occasion de nos recherches et de nos espoirs, cette noble pensée d'un illustre savant français, déclarant que celui qui, en dehors des sciences mathématiques, *prononce le mot impossible, commet une imprudence.*

En terminant sa communication, à Paris, M. Van den Broeck a émis l'espoir que cette organisation, qui va s'effectuer en Belgique, d'un réseau d'observatoires géophysiques et grisouto-sismiques destinés à l'étude des phénomènes affectant certaines parties du vaste bassin

houiller franco-belge, aura sa répercussion et son extension, si désirable, dans les *parties françaises* du bassin. Il l'espère d'autant plus que c'est dans l'une des fosses du charbonnage d'Anzin qu'a été fournie, naguère, la démonstration de l'existence réelle de certaines corrélations grisouto-sismiques et de la possibilité des prévisions espérées. Celles-ci se fussent montrées plus constantes et plus frappantes encore si l'on avait possédé alors les appareils spéciaux dont dispose la science d'aujourd'hui et si, d'autre part, les dégagements grisouteux de la fosse d'Hérin, où se firent ces premières expériences, ne s'étaient pas graduellement amoindris, au point de les voir finalement classés dans la catégorie de ceux à très faible pression et de minime débit qui échappent pour ainsi dire complètement à l'influence des actions endogènes et sismiques.

M. *Lagrange* estime que l'on pourrait, dès maintenant, remercier les personnes qui se sont particulièrement intéressées à nos recherches, et notamment MM. les Membres du Comité de patronage et leur exprimer la reconnaissance profonde de la Société belge de Géologie en émettant le vœu que les stations d'Uccle, de Colfontaine, de Quenast et de l'Agrappe portent dorénavant les noms de : *Station Solvay, Station Montefiore Levi, Station Urban* et *Station Beernaert-Isaac.*

M. le *Président* remercie M. *Lagrange* de sa généreuse intention, qui sera sans doute acceptée par les intéressés, et dans le but de réaliser ce vœu, il charge le Bureau de demander à MM. les Membres sus-indiqués du Comité de Patronage de vouloir bien accepter cette marque de sympathie.

M. l'ingénieur *P. Habets* fait la communication que nous reproduisons ci-contre et dont l'Assemblée décide, vu sa grande importance et les multiples points de vue qu'elle soulève, que la *discussion* n'aura lieu qu'après l'impression dans le *Bulletin* et la distribution aux membres de la Commission permanente d'études du Grisou.

DES OBSERVATIONS CONTINUES A INSTITUER

POUR

LA DÉTERMINATION DES QUANTITÉS DE GRISOU

DÉGAGÉES DANS UNE MINE

PAR

Paul HABETS
Ingénieur des mines, professeur à l'Université de Bruxelles.

En vous exposant l'état actuel de la question de l'étude, entreprise par la Société belge de Géologie, des corrélations grisouto-sismiques, M. le Secrétaire général vous a fait connaître que l'on pouvait considérer comme résolues les questions qui se rattachent aux observations sismiques que cette étude comporte. C'est là un point important dont la solution était toutefois relativement facile, car elle ne comportait que le choix judicieux d'un appareil enregistreur et de son installation sur divers points du Houiller à la surface et dans la profondeur des travaux miniers. M. Lagrange nous a montré que ce choix, qu'il a inspiré, et que les installations faites sous sa direction compétente sont pleines de promesses en ce qui concerne les documents à recueillir sur les moindres mouvements du sol et sous-sol houiller.

Pour mettre les observations auxquelles il va être procédé en parallèle avec les dégagements du grisou dans nos mines, il reste un second point à résoudre, c'est la détermination des quantités de grisou dégagées et l'isolement des nombreuses causes de variation de ces quantités, afin de mettre en lumière, d'une façon indiscutable, celles de ces variations qui pourraient être attribuées aux mouvements sismiques.

Ce second problème est d'une solution qui me paraît beaucoup moins aisée que le précédent, à cause de la complexité des observations à organiser. Mon but, dans la communication que je vais avoir l'honneur de vous présenter, n'est pas de vous faire connaître des choses

neuves, mais de poser en quelque sorte les données du problème, afin de montrer les multiples éléments dont il est nécessaire de tenir compte et d'ouvrir la discussion sur les moyens les mieux appropriés à le résoudre en donnant aux résultats une valeur indiscutable.

I. — *Dégagement du grisou dans les mines de houille.* — Il s'agit d'observer les variations du dégagement de grisou dans les mines; de connaître toutes les causes qui ont pu agir sur ce dégagement ou amener une variation que l'on pourrait être tenté d'attribuer à des mouvements sismiques, ces causes étant immédiatement déterminables par les conditions mêmes dans lesquelles l'exploitation de la mine s'est effectuée.

Voyons d'abord dans quelles conditions de milieu s'effectue le dégagement du grisou dans une mine. Celle-ci est constituée par un ensemble d'excavations souvent fort compliqué, comportant des puits, des galeries à travers bancs, sur lesquelles s'embranchent, à la rencontre des couches de charbon, les galeries d'exploitation. Ces dernières constituent le plus souvent un réseau très complexe dont les divers éléments ne sont séparés les uns des autres que par des remblais de roches stériles qui forment le remplissage des vides créés dans le déhouillement. Ces galeries creusées dans la couche et dans les roches encaissantes constituent des vides réservés dans les remblais pour les besoins des services de l'exploitation, transports et accès faciles des divers points des travaux. Certaines n'ont qu'une durée éphémère; on les abandonne lorsqu'elles n'ont plus d'utilité, laissant aux éboulements le soin de les combler lorsque l'on ne dispose pas de pierres en excès qui puissent servir à les remblayer. Les galeries d'exploitation aboutissent aux chantiers d'abatage du charbon, elles s'allongent et se modifient avec la progression des fronts résultant du déhouillement des couches.

Le réseau des excavations souterraines d'une mine est ainsi continuellement modifié ou en mouvement, si l'on peut s'exprimer ainsi.

Afin d'assurer la viabilité dans ces excavations, le mineur y fait circuler des quantités d'air considérables. Tout le volume pénètre généralement dans la mine par un puits et ressort par un autre, après avoir été appauvri en oxygène et s'être chargé d'anhydride carbonique et de toutes les émanations gazeuses de la mine et des êtres qui s'y trouvent.

L'air introduit dans la mine est réparti dans le réseau des galeries des différentes couches exploitées, il est conduit aux chantiers d'abatage et forme des circuits plus ou moins bien déterminés par le barrage de certaines galeries à l'aide de portes obturatrices. Afin d'assurer la

circulation dans certains circuits plus résistants que d'autres, le mineur est souvent obligé d'obstruer partiellement ces derniers par des portes de répartition présentant des ouvertures plus ou moins grandes.

L'ensemble de la circulation de l'air qui constitue ce que l'on appelle l'aérage de la mine, est influencé par de nombreuses causes, telles que la variation de marche des appareils de la ventilation, la direction du vent, la température, etc. La répartition souterraine des courants se modifie par suite des variations des chantiers et du réseau qui les dessert avec la progression du déhouillement, par suite de l'ouverture des portes, par suite d'éboulements qui peuvent survenir dans les galeries ou d'obstructions qui se produisent dans les chantiers lorsque le dégagement du charbon abattu est momentanément insuffisant.

La circulation de l'air dans la mine subit donc non seulement de lentes variations avec le temps, mais des variations plus ou moins brusques et momentanées.

C'est dans ce milieu, que je serais tenté de qualifier d'instable par suite de ses modifications continuelles, que se produit le dégagement du grisou.

Voyons maintenant comment ce dégagement s'opère.

Quiconque a visité les chantiers d'une mine à grisou a été frappé du bruissement que, dans le silence, on entend aux fronts d'abatage. Ce bruissement est dû à l'écrasement du charbon sous le poids des roches qui le surmontent. Le charbon gémit en se fendillant, de petits éclats s'en détachent en crépitant, et des mille fissures qui se forment le grisou s'échappe parfois avec une violence suffisante pour que le souffle de la veine soit sensible. On attribue souvent au grisou lui-même l'action du déchirement de la houille; la pression du gaz ferait éclater les cellules charbonneuses dans lesquelles il se trouve occlus.

De longue date, l'attention des mineurs a été attirée sur les conditions du gisement du grisou dans les couches de charbon.

Dès avant 1878, M. Soupart et, en 1879, M. Cornet (1) signalaient les pressions élevées dans lesquelles le grisou se trouve renfermé dans la houille; en 1881, M. Lindsay Wood (2) entreprenait des expériences pour déterminer cette pression à l'aide de trous de sonde forés dans les couches. M. Mallard (3) tira de ces expériences une théorie du

(1) CORNET, *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XLVII, mai 1879.

(2) *Proceedings of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, t. XXX, p. 163, 1881.

(3) *Annales des Mines*, 8e série, t. I, p. 530, 1882.

dégagement du grisou qu'il comparait à la transmission de chaleur d'un corps chaud soumis à un refroidissement superficiel.

Des études expérimentales par trous de sonde, en mesurant la pression du grisou et le volume de gaz dégagé, ont été poursuivies en Belgique par MM. Watteyne et Macquet en 1885-1887; le compte rendu en a été présenté par M. Schörn (1); plus récemment, M. Paul Petit (2), à Saint-Étienne, et M. A. Simon, à Liévin (3), ont repris des recherches analogues.

De l'ensemble des observations faites par ces nombreux expérimentateurs, on peut conclure : que le grisou est inégalement réparti dans les masses charbonneuses, ou tout au moins que la perméabilité des diverses parties de ces masses est très variable. On constate, en effet, des pressions et des débits très différents en des points d'un même front fort rapprochés. La pression augmente avec la profondeur du trou de sonde et avec la compacité du charbon. Les pressions observées sont des plus diverses, depuis quelques centimètres de mercure jusqu'à plusieurs atmosphères (42 $^1/_2$).

La pression ne diminue que très lentement, surtout dans le charbon compact. Elle est plus élevée et se maintient mieux dans les trous percés, dans les fronts des galeries de traçage que dans les trous forés dans les fronts plus développés des tailles, où la pesanteur des roches du toit se fait sentir plus profondément en fendillant le charbon par écrasement. Ce ne sont pas les trous où l'on observe la plus haute tension qui engendrent le plus grand débit; celui-ci dépend surtout de la perméabilité du charbon à laquelle on peut donner pour mesure le rapport du volume de grisou en mètres cubes débité par heure et par mètre carré de surface de dégagement à la pression en kilogrammes par centimètre carré observée. Remarquons que dans la pratique l'on n'a égard qu'au débit de grisou et que, par suite, les couches réputées les plus grisouteuses ne sont pas celles qui renferment les plus grandes quantités de ce gaz, mais bien celles qui en dégagent le plus dans l'atmosphère de la mine.

C'est sous l'action de la pression du grisou et en raison de la porosité ou de la perméabilité de la houille que se produit le *dégagement normal*. Ce dégagement est assez régulier et sensiblement proportionnel aux surfaces de charbon mises à nu par le déhouillement. Il occasionne la sortie de quantités de gaz souvent très considérables

(1) *Annales des Travaux publics de Belgique*, t. XLIV, p. 351, 1888.
(2) *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, t. VIII, p. 737, 1894.
(3) *Annales des Mines*, 9e série, t. VIII, p. 218, 1898.

atteignant jusqu'à 30 000 mètres cubes par vingt-quatre heures; pour certaines mines, la valeur calorique du grisou dégagé est plus considérable que celle du charbon extrait.

Remarquons incidemment que la comparaison de la quantité de grisou dégagée à la quantité de charbon extraite permettrait d'établir un classement des mines à grisou indépendant des conditions d'aérage qui serait moins arbitraire que celui que l'on base en Belgique sur des appréciations personnelles ne reposant sur aucune observation méthodique.

Les quantités de grisou déversées dans l'atmosphère de la mine par le dégagement normal ne subissent que des variations lentes en corrélation avec les développements des chantiers.

La teneur en grisou de l'atmosphère de la mine peut varier assez notablement, même dans des temps assez courts, par suite des circonstances qui influent sur l'aérage de la mine et sur ses conditions d'activité. Le charbon abattu continue à dégager du grisou; dans certaines mines, ce charbon n'est pas évacué au fur et à mesure de la production; il s'accumule dans les chantiers, dans les galeries au pied des tailles ou dans les cheminées obstruant plus ou moins la circulation de l'air. A une quantité plus grande de grisou dégagé correspondra à ce moment une moindre circulation d'air dont la teneur en grisou se trouvera majorée. Cet air chargé de grisou pourra être entraîné par bouffées dans le courant de sortie de la mine, qui marquera alors des teneurs variables.

Il en sera de même des accumulations de grisou qui peuvent se produire dans les chantiers abandonnés et non balayés par le courant d'aérage, que toute augmentation de volume provoquée par une réduction de pression lancera partiellement dans la circulation de la mine.

L'ouverture de certaines portes réglant la circulation d'air peut amener des éclusages d'air pur entre le courant d'entrée et celui de sortie, qui, par suite, verra sa teneur en grisou momentanément amoindrie. Ces causes de variations pourront généralement être aisément discernées si l'on observe d'une façon continue la quantité d'air qui circule dans la mine et la teneur en grisou de cet air.

L'influence que les mouvements microsismiques peuvent avoir sur le dégagement normal du grisou, en provoquant ou en facilitant la désagrégation du charbon et en augmentant ainsi sa perméabilité favorable à la sortie du grisou, pourrait ainsi être mise nettement en lumière, si à des accroissements d'activité sismique correspondaient des majorations perdurantes des quantités absolues de grisou dégagées, qu'aucune des

causes résultant des conditions d'aérage et d'activité de la mine ne pourrait expliquer.

S'il était circonscrit dans les limites ci-dessus, le problème serait d'une solution relativement simple, mais malheureusement le dégagement normal du grisou n'est pas le seul que l'on observe dans les mines grisouteuses.

Des parties de couches d'allure tourmentée, des selles ou des renflements où le charbon a été broyé donnent lieu à des accroissements de dégagement au moment où le déhouillement les atteint.

Certaines couches de quelques mines situées sur la bordure Sud du bassin houiller belge ont pendant longtemps eu le triste monopole, actuellement partagé par les mines de Bessèges (1), de donner lieu à des dégagements aussi subits que violents, auxquels on a donné le nom de *dégagements instantanés*. Ces dégagements proviennent de massifs de charbons extra-perméables, explosifs pourrait-on dire, et englobés au milieu de charbon d'une grande compacité, qui peuvent abandonner instantanément de grandes quantités de gaz. La détente brusque du grisou, accompagnée généralement de projections plus ou moins abondantes de charbon pulvérulent, se produit au moment où les excavations minières s'approchent du massif explosif avant que par un drainage lent et continu on l'ait privé de ses dangereuses propriétés.

Ces conditions sont très nettement mises en lumière par les recherches expérimentales, dont il a été question plus haut, et les observations faites dans notre pays sur les dégagements instantanés.

Des ingénieurs qui ont fréquemment visité les chantiers de couches à dégagement instantané m'ont déclaré que ce n'est pas l'air qui a parcouru de tels chantiers qui présente les teneurs en grisou les plus élevées en temps normal, et M. Bouchez, l'ancien directeur des charbonnages de l'Agrappe, avait coutume de déclarer, lorsqu'il sortait de la mine et qu'il n'avait pas remarqué la présence de grisou dans les retours d'air, que la situation était dangereuse et qu'il fallait redoubler de précautions. A ces moments, les chantiers se trouvaient dans le charbon compact et peu perméable donnant lieu à peu de dégagement, et la rencontre d'un massif explosible était d'autant plus redoutable; une forte teneur en grisou dans le retour d'air était au contraire le signe que la couche était plus poreuse et se saignait plus facilement, de sorte que la présence d'un massif explosible isolé était moins à craindre.

On peut conclure de ce qui précède que l'action des microsismes ne

(1) *Annales des Mines*, 9e série, t. I, p. 557, 1892.

peut guère avoir d'influence sur les dégagements instantanés, puisque ceux-ci ne peuvent se produire que par l'approche des travaux d'excavation du massif explosif avant que l'on se soit rendu compte de sa présence, circonstances qui sont certainement indépendantes de toute espèce de mouvements du sol. Ces derniers ne pourraient être la cause provocante du dégagement qu'en affaiblissant par dislocation la croûte de charbon compact qui, au moment où lesdits mouvements se produiraient, séparerait l'excavation minière du massif explosif. Et remarquons que si la croûte n'avait pas été réduite à des dimensions dangereuses par le déhouillement, l'action sismique pourrait être précisément inverse de celle que l'on serait tenté de lui prêter, car en désagrégeant un charbon compact qui enserre le massif explosif, elle pourrait faciliter le drainage lent et continu par lequel le danger pourrait être notablement amoindri. Ce drainage provoquerait sans doute une majoration de dégagement du grisou dans l'atmosphère de la mine, mais le danger spécial du dégagement instantané se trouverait sinon écarté, au moins réduit. J'estime que ce n'est que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles qu'un accroissement d'activité endogène pourra provoquer un dégagement instantané de grisou.

L'action favorable et en quelque sorte préventive des microsismes, que j'ai indiquée ci-dessus, est en concordance parfaite avec les mesures que les praticiens prennent pour éviter le danger, en donnant de grandes étendues aux fronts de taille et en réduisant au minimum l'avancement de ces fronts afin que l'affaissement des roches supérieures ait plus de temps pour produire la désagrégation du charbon compact, et que cette désagrégation en se faisant sentir plus loin en avant des chantiers facilite et régularise le dégagement du grisou en augmentant la perméabilité du charbon.

Les ingénieurs de Bessèges, MM. Ichou et Lombart (1), ont proposé dans un même ordre d'idées d'ébranler les roches, afin de solliciter le dégagement, au moyen des coups de mines tirés au toit et au mur de la couche ou encore par l'exploitation d'une couche inférieure ou supérieure voisine. Les microsismes provoqueraient, me paraît-il, un ébranlement analogue.

L'inefficacité des trous de sonde, réglementairement obligatoires, dans les couches à dégagements instantanés de notre pays, comme moyen de drainage, est reconnu tant par les ingénieurs belges que par les ingénieurs français (2). M. Petit a néanmoins montré leur utilité

(1) *Annales des Mines*, 9e série, t. I, p. 557, 1892.
(2) Schorn, Ichou et Lombart, P. Petit et Simon, *loc. cit.*

comme moyen préventif, parce que par les mesures de pression et le débit, ils permettent d'apprécier l'énergie du grisou à une certaine distance des fronts, dont il conviendra de régler l'avancement dans chaque couche d'après des conditions de pression et de débit déterminées.

Des couches de charbon peu grisouteuses se trouvent parfois dans le voisinage de lits charbonneux très riches en grisou appartenant soit aux roches du toit, soit aux roches du mur. Le creusement des bosseyements peut mettre ces lits à nu et amener un dégagement dans les excavations de la mine.

La communication peut également se produire soit par boursouflement du mur, par l'action de la pression du grisou elle-même, ou par les pressions dues à la pesanteur, soit par l'affaissement et le fendillement des roches du toit. Dans nos mines, où les méthodes avec remblai sont uniquement appliquées, le dégagement par les fissures des roches encaissantes du grisou des lits charbonneux voisins des couches est rarement subit. Il se comporte généralement comme le dégagement normal, mais peut cependant, dans des circonstances particulières, occasionner des venues de grisou anormales. Dans les mines anglaises, où l'absence de remblai provoque des affaissements en masse des roches du toit, des dégagements considérables et subits (*Sudden Outburst*) accompagnent souvent de tels affaissements.

Les fentes et fissures des roches du terrain houiller, des grès notamment, peuvent être en relation avec des schistes bitumineux ou avec des lits charbonneux très grisouteux; ces fentes et fissures forment des réservoirs qui s'emplissent de grisou. Ce dernier s'en écoule lorsque les excavations de la mine mettent ces fissures à découvert. Il se produit ainsi une source de grisou, un *soufflard*. Après un débit très abondant dans le principe, le soufflard donnera lieu le plus généralement à une venue régulière qui peut perdurer des années. Des soufflards ont pu être captés et le gaz amené par des canalisations jusqu'à la surface de la mine pour y être utilisé à l'éclairage ou au chauffage; on évite ainsi que le grisou du soufflard se répande dans l'atmosphère de la mine.

D'après ce qui précède, on conçoit combien d'observations complexes et continues sont nécessaires, si l'on veut déterminer les causes des variations du dégagement de grisou d'une mine. Les ondulations microsismiques peuvent agir sur le dégagement normal et faciliter le drainage du grisou dans les couches à dégagement instantané; elles peuvent favoriser le décollement des roches du toit, le fendiller et amener ainsi dans les travaux des quantités anormales de grisou. En favorisant la

perméabilité des lits charbonneux avec lesquels les fentes sont en relation, elles peuvent provoquer une augmentation du débit des soufflards; mais par la création de fentes nouvelles établissant de nouvelles voies d'évacuation, elles peuvent tout aussi bien provoquer une réduction de débit. Un fait de même ordre a été observé par M. Macquet (1) dans des trous de sondes effectués dans la veine Joseph des charbonnages de Beauliensart à Fontaine-L'Évêque, dans lesquels des diminutions de la pression ont suivi ou précédé quatre dégagements instantanés qui se sont produits dans une excavation voisine.

Les ondulations microsismiques peuvent occasionner des faits analogues; leur action pourrait, on le voit, se manifester de façons diverses.

Il ne faut pas oublier que d'autres circonstances multiples, dues au travail de la mine lui-même, ainsi que les microsismes, dus aux affaissements qui affectent si souvent les terrains superficiels, peuvent provoquer des observations identiques et agir à tout moment sur le régime grisouteux d'une mine.

La connaissance exacte de toutes ces circonstances nécessite la présence permanente d'observateurs attentifs, car elles échappent à tout moyen d'enregistrement automatique.

La détermination des quantités de grisou dégagées dans l'atmosphère en mouvement de la mine nécessite des mesures délicates de volume et des dosages précis de faibles quantités de grisou. Examinons quels sont les procédés dont l'art des mines dispose pour opérer ces mesures et dosages et au besoin pour en enregistrer les résultats.

II. *Mesure du volume d'air circulant dans la mine ou dans l'un de ses chantiers.* — Les difficultés d'un jaugeage précis du volume d'air qui circule dans une galerie sont bien connues de tous ceux qui se sont occupés de la ventilation des mines. Ces difficultés résultent des vitesses différentes du courant dans les divers points d'une même section, ce qui nécessite des mesures multiples pour déterminer la vitesse moyenne. M. Murgue, dont les remarquables travaux sur l'aérage font autorité, a montré que lorsque le débit varie, toutes les vitesses varient proportionnellement dans une section donnée (2). La vitesse en un point quel-

(1) *Annales des Travaux publics de Belgique,* t. XLIV, 1888.
(2) *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale,* 1894.

conque variera donc comme la vitesse moyenne, et il suffira de connaître un point d'une section où la vitesse du courant est égale à cette vitesse moyenne, ou le rapport entre la vitesse en un point et la vitesse moyenne, pour pouvoir déterminer par une seule mesure, en ce point, le volume qui circule dans la galerie au même instant. C'est en ce point qu'il conviendra d'établir l'appareil de mesure qui pourra être enregistreur. Mais la recherche du point de vitesse moyenne ou du rapport de la vitesse en un point avec la vitesse moyenne exigera une patiente expérimentation.

Les appareils anénométriques à ailettes dont on fait usage dans les mines sont toujours délicats et manqueraient de sensibilité s'ils devaient actionner un mécanisme enregistreur. Leurs indications ne restent pas constantes, et pour des mesures précises, il est indispensable de procéder à de fréquents tarages (1). Le tarage dans une atmosphère au repos conduit à des exagérations bien connues sous le nom de paradoxe de Dubuat (2). M. Rateau a montré, dans ces dernières années (3), que ces exagérations résultent des irrégularités du courant dans le temps et dans l'espace, mais surtout des premières. Ces irrégularités sont très sensibles dans les galeries des mines, et surtout dans le voisinage de certains appareils de ventilation.

Les appareils anémométriques qui, par l'emploi du tube de Pitot, permettent de mesurer, à l'aide d'un manomètre à eau, la dénivellation $h = \frac{v^2\delta}{2g}$ correspondant à une vitesse v dont serait animé l'air de densité δ, sont également influencés par ces inégalités (3). Les dénivellations manométriques produites par les vitesses de 4 à 5 mètres qui règnent habituellement dans les galeries de retour d'air et qui, exprimées en colonne d'eau, ne dépassent pas 1 à 1 $^1/_2$ millimètre, créent des charges tout à fait insuffisantes pour transmettre des indications certaines tout en actionnant l'attirail d'un enregistreur.

M. Murgue, en plaçant le tube de Pitot dans l'ouïe même des ventilateurs Rateau, où le déplacement de l'air atteint des vitesses de 10 à 12 mètres, correspondant à des colonnes d'eau de 6 et 8 millimètres, a combiné un volumomètre dont les mouvements sont enregistrés par un

(1) Voir SCHORN, *Revue universelle des Mines*, 3e série, t. IX, 1890, et MURGUE, *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 1894.

(2) Voir COMMISSION DU GARD, *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 2e série, t. VIII, 1898, et ALTHANS, *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen*, Bd XXXII, p. 183, 1898.

(3) *Annales des Mines*, 9e série, t. XIII, 1898.

enregistreur Richard (1). Cet appareil est d'une grande sensibilité; le style traceur est constamment en oscillation; il en résulte des diagrammes parfois un peu barbouillés, inconvénient qu'on pourrait éviter en animant d'une vitesse de translation plus grande la bande qui reçoit le tracé.

On ne peut pas toujours faire la mesure de la vitesse dans des sections réduites, où elle prend une valeur élevée. On peut obtenir par des dispositions spéciales la multiplication des indications manométriques, en utilisant à la fois la surpression et la sous-pression qui se produisent sur les deux faces d'un disque soumis au choc du courant d'air, comme l'a proposé M. Recknagel (2), ou en faisant usage des ajutages convergents et divergents de Venturi, ou des anémomètres multiplicateurs de Bourdon (3). Les pressions dues à la vitesse données par ces appareils peuvent être mesurées par des micromanomètres à tube incliné, dont on peut enregistrer les indications par les procédés photographiques (4), qui ont l'avantage de ne demander aucune puissance motrice à la colonne manométrique et permettent d'enregistrer avec une précision parfaite les indications manométriques amplifiées dues aux plus faibles vitesses.

III. *Dosage de la teneur en grisou de l'atmosphère minière.* — Ce dosage peut être opéré à l'aide d'appareils grisoumétriques plus ou moins sensibles, basés soit sur les propriétés de la combustion du grisou, soit sur les variations de la densité de l'atmosphère minière dues à la présence du grisou.

De nombreux inventeurs ont cherché à donner une sensibilité plus grande aux indications que donnent les lampes par l'auréole qui se forme autour de la flamme par la combustion du grisou, en cherchant à masquer la flamme éclairante. MM. Mallard et Lechatelier ont proposé l'emploi de lampes à hydrogène (5). M. Clowes a réalisé d'une façon pratique la substitution de la flamme d'hydrogène à la flamme éclairante en allumant, au moment du dosage à la flamme d'une lampe Gray

(1) *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale,* mai 1899, p. 81.

(2) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,* Bd XXX, n° 24, p. 512.

(3) *Annales des Mines,* 7e série, t. XX, 1881, et P. Petit, Aérage des travaux préparatoires des mines à grisou, *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale,* 3e série, t. XIV, p. 609, 1900.

(4) Fuchs Beiträge zur Bestimmung der Geschwindigkeiten von Wetterströmen. *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen,* Bd XLVII, p. 227, 1899, et Bd XLVIII, p. 12, 1900.

(5) *Commission du grisou française.* Procès-verbaux des séances, 9 juillet 1879; voir aussi *Annales des Mines,* 7e série, t. XIX, p. 205, 1881.

Ashworth, un jet d'hydrogène alimenté par un réservoir où l'hydrogène est enfermé sous haute pression (1).

M. Pieler (2) a imaginé l'emploi d'une lampe alimentée à l'alcool; M. Dinoire (3) s'est appliqué à supprimer les dangers de cet appareil par l'emploi d'une double toile métallique, d'une cuirasse et de divers dispositifs accessoires. M. Chesneau (4) a notablement perfectionné ce genre d'indicateur, auquel il est arrivé à donner une sécurité parfaite et une précision plus grande pour le dosage de quantités de grisou variant de 0.2 à 2 $^1/_2$ $^0/_0$, ce qui, au point de vue des conditions de travail de la mine, est pleinement satisfaisant. Pour des recherches scientifiques, les indications n'ont pas une certitude absolue, et lorsqu'il s'agit d'un relevé permanent, elles exigent la présence continue d'un opérateur. Il est à remarquer que les quantités de grisou dont les variations sont à mettre en évidence seront en général très faibles, car dans toute mine bien aérée les proportions de grisou que renferment les retours d'air ne doivent guère dépasser de 0.5 à 1 $^0/_0$; il faut donc n'avoir recours qu'à des appareils d'une extrême précision. Aussi ne citerai-je que pour mémoire l'indicateur photométrique de Liveing (5), basé sur l'échauffement d'une spirale de platine par la combustion du grisou; ainsi que l'appareil d'Ansell (6), basé sur l'endosmose du grisou à travers une plaque poreuse; l'indicateur acoustique de Forbes (7); le phorménophone de M. Hardy (8); ces derniers appareils reposent sur l'action de la densité de l'atmosphère sur les propriétés acoustiques. On connaît pour tous les appareils où la densité de l'atmosphère est prise comme base, les causes d'erreur résultant de la présence dans l'air de la mine de propositions variables et non négligeables de la vapeur d'eau, qui, comme le grisou, diminue la densité de l'atmosphère minière et de l'anhydride carbonique qui augmente au contraire cette densité et peut ainsi masquer partiellement la présence de grisou ou de vapeur d'eau. Mais, dans un laboratoire, on peut débarrasser l'air de

(1) *Revue universelle des Mines,* 3e série, t. XXVII, 1894, p. 293.

(2) *Revue universelle des Mines*, 2e série, t. XV, p. 140, 1884.

(3) *Revue universelle des Mines,* Exposition universelle de 1889; *Le Matériel des Mines,* par A. Habets, 3e série, t. XIV, 1891, p. 224.

(4) *Annales des Mines,* 9e série, t. II, 1892, p. 203, et t. III, 1893, p. 509 et 532.

(5) *Annales des Mines,* 7e série, t. XIX, p. 191, 1881; 8e série, t. III, p. 31, 1881, et *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale,* novembre 1880.

(6) *Annales des Mines,* 7e série, t. XIX, 1881, p. 188.

(7) *Annales des Mines,* 7e série, t. XIX, 1881, p. 190.

(8) *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale,* avril 1895, p. 134.

la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique et doser ces constituants avant de soumettre l'air à l'appareil doseur de grisou (1).

La même critique s'adresse à l'appareil de la maison G.-A. Schultze, de Berlin.

Cette firme est spécialiste dans la construction des appareils de contrôle de la combustion dans des foyers de générateurs à vapeur; l'appareil dont il s'agit ci-dessus a été imaginé pour doser la quantité d'anhydride carbonique contenue dans les gaz de la combustion. Il consiste essentiellement en deux longs tubes verticaux, dont l'un est rempli d'air atmosphérique et l'autre des gaz de la combustion, débarrassés des poussières qu'ils entraînent et ramenés à la température et à la pression de l'air. Un micromanomètre permet de peser la différence de densité des deux colonnes gazeuses et d'en déduire la proportion d'anhydride carbonique contenue dans les gaz. En provoquant un écoulement constant et de même vitesse dans les tubes, les indications du manomètre marqueront à tout instant la teneur en anhydride carbonique des gaz, et l'on pourra enregistrer ces indications par les procédés photographiques. M. Paul Fuchs, de Charlottenburg, a montré (2) l'application que l'on pouvait faire de cet appareil pour l'analyse et pour l'enregistrement des quantités de grisou contenues dans l'atmosphère des mines. Afin d'obtenir des indications correctes au point de vue du grisou, il est nécessaire de faire passer l'air de la mine dans un flacon renfermant de l'hydrate potassique ou de la chaux sodée pour absorber l'anhydride carbonique, et dans un flacon sécheur. L'appareil enregistre alors la quantité de grisou contenue dans l'atmosphère minière asséchée et privée de son anhydride carbonique, sans qu'il soit possible de déterminer les quantités de vapeur d'eau et d'anhydride carbonique qu'elle contenait. L'appareil Schultze a été établi en 1901 à la mine de Hibernia, en Westphalie. Il ne peut guère s'installer qu'à la surface, et les prises que l'on pourrait faire à l'aide de tuyauteries ne me paraissent pouvoir être effectuées en des points très éloignés des puits, l'étanchéité de longues tuyauteries étant toujours difficile à maintenir.

Pour la détermination absolument correcte de la teneur en grisou de l'air de la mine, on doit avoir recours aux méthodes de dosage dans le laboratoire de prises d'essai effectuées dans la mine.

(1) *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale,* avril 1895, p. 134.

(2) *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen,* Bd XVII. 1899, p. 73, et Bd XLVIII, 1900, p. 12. (Voir ci-dessus, page 449, la note de M. Verney sur cet appareil.)

La captation de prises d'essai peut se faire à l'aide de flacons bouchés remplis d'eau et que l'on vide au point où l'on désire faire la prise d'air. M. Paul Petit a imaginé un appareil autocapteur (1) permettant d'effectuer d'une façon continue une série de prises moyennes d'une durée réglable, qu'il a établi dans toutes les mines de la Société anonyme des houillères de Saint-Étienne. Cet appareil, qui est un véritable échantillonneur, permet de se dispenser de la sujétion des opérations que nécessiteraient des prises fréquentes et sans cesse répétées.

Les moyens d'analyse usités dans les laboratoires pour l'analyse des gaz sont nombreux. L'emploi des appareils de Bunsen, d'Orsat et autres exige des opérations trop longues pour des dosages nombreux. Les procédés eudiométriques perfectionnés (2) donnent des résultats d'une grande précision, mais sont aussi trop lents. Cependant, lorsqu'il s'agit d'analyser de l'air provenant de vieux travaux, où d'assez fortes quantités d'anhydride carbonique peuvent exister, le procédé eudiométrique présente de sérieux avantages. Il est appliqué d'une façon courante pour les essais de l'atmosphère des vieux travaux aux houillères de Ronchamp (3).

Le procédé Shaw, ou des limites d'inflammabilité (4), permet d'opérer très rapidement des dosages nombreux. C'est le procédé le plus généralement employé dans les laboratoires, qu'un grand nombre de mines françaises, notamment les houillères d'Anzin, de Liévin, de Ronchamp et de Saint-Étienne ont établi depuis plusieurs années pour l'analyse journalière de l'atmosphère souterraine. A Ronchamp, les prises sont effectuées au sortir de la dernière taille de chaque quartier de la mine, à l'aide de flacons de 1 $^1/_2$ litre de capacité, qu'on laisse exposés au courant pendant vingt-quatre heures et qu'un chef de poste bouche et remplace chaque jour par un autre flacon destiné à la prise suivante. Aux houillères de Saint-Étienne, les prises d'essai sont effectuées au nombre de 6 à 12 par douze heures à l'aide d'autocapteurs Petit.

Ces services de contrôle de l'atmosphère minière sont accompagnés

(1) *Annales des Mines françaises,* 9e série, t. IX, 1896, p. 289, et *Comptes rendus de la Société de l'Industrie minérale,* novembre 1895, p. 293.

(2) Voir *Annales des Mines,* 9e série, t. II, 1892, p. 469, et *Le Grisoumètre,* de M. COQUILLION, les modifications qu'il a subies, *Comptes rendus de la Société de l'Industrie minérale,* juin 1893, p. 75.

(3) *Mesurages du courant d'air et du grisou,* par LÉON POUSSIGUE, directeur de la Société des houillères de Ronchamp, 1900.

(4) Voir LE CHATELIER, *Annales des Mines françaises,* 8e série, t. XIX, p. 379 et 388; LE BRETON, *ibid.,* 9e série, t. VI, 1894, p. 289; LÉON POUSSIGUE, *loc. cit.*

de mesurages périodiques des volumes d'air qui circulent dans les travaux; ils permettent non seulement de recueillir de nombreux documents au sujet de la question du dégagement du grisou, mais aussi d'établir une surveillance des plus utiles des conditions d'aérage de la mine, en renseignant, pour ainsi dire à chaque instant et d'une façon continue, l'ingénieur qui dirige les travaux, sur la marche des courants d'air et leur teneur en gaz inflammable.

IV. *Organisation des observations continues à instituer.* — En vue des recherches spéciales entreprises par la Société belge de Géologie, l'organisation des observations doit, à mon avis, être aussi développée que possible et ne reposer, en ce qui concerne les mesurages et les dosages, que sur l'emploi de méthodes et d'appareils très précis et sanctionnés par la pratique.

Le mesurage du volume d'air devra toujours accompagner la prise d'essai pour le dosage du grisou. Le volumomètre enregistreur de Murgue ou l'appareil à enregistrement photographique décrit par M. Fuchs seraient à employer de préférence, à cause de la continuité de leurs indications.

Les dosages de grisou seraient exécutés dans les meilleures conditions par l'analyse, dans des laboratoires centraux ou quelques laboratoires particuliers appartenant aux mines mêmes, sur des prises d'essai effectuées à l'aide d'autocapteurs Petit établis à côté des enregistreurs de volume.

La seule sujétion à laquelle donneraient lieu les stations d'observations munies de ces appareils consisterait dans le renouvellement des bandes de papier des enregistreurs et des flacons de prises d'essai des autocapteurs. Il conviendrait, me paraît-il, que des stations semblables fussent établies dans un grand nombre de mines et dans certaines mines choisies dans divers chantiers.

L'appareil enregistreur de la firme Schultze, par suite de ses indications de tous les instants, permet mieux que l'analyse sur des prises moyennes, effectuées en une heure environ à l'aide de l'autocapteur, de suivre les variations de la teneur en grisou des courants d'air. Pourvu qu'il s'agisse d'air peu chargé d'anhydride carbonique, ou dont la teneur en ce gaz soit suffisamment constante, ses indications fourniraient de précieuses données de comparaison. Son installation serait à réserver aux mines où l'on voudrait suivre de plus près les variations du régime grisouteux de l'air sortant, la prise d'air ne nécessitant alors qu'une tuyauterie peu développée.

Une étude approfondie préalable devra être faite pour chaque station de mesurage et de dosage, afin de déterminer d'une façon précise le point à choisir pour le mesurage de la vitesse, la captation de l'air, etc.

Outre le relevé des indications des enregistreurs et l'analyse des prises d'essai, il faudra organiser une surveillance minutieuse des conditions d'aérage des mines mises en observation et faire un relevé de toutes les circonstances relatives à l'exploitation qui peuvent agir sur le dégagement du grisou, ainsi que je l'ai exposé dans la première partie de cette communication. Le personnel surveillant de la mine devra coopérer à ce relevé; il devra être muni au besoin d'appareils d'auscultation, tels que la lampe grisoumétrique de Chesneau. Il sera nécessaire d'attirer spécialement son attention sur tous les faits qu'il peut être utile d'annoter, et un journal, tenu avec les plus grands soins, devra relater toutes les observations faites, chacune pouvant avoir une importance plus grande qu'un premier examen ne pourrait le faire supposer.

Peut-être trouvera-t-on utile d'établir, dans quelques couches plus particulièrement grisouteuses, des observations de pression et de débit de trous de sonde; ces observations peuvent en effet donner lieu à des constatations intéressantes sur la variation de la pression et du débit, bien que l'on n'ait pu jusqu'ici établir une corrélation bien précise entre les mesures de pression et de débit et le dégagement du grisou dans la mine.

La plus grande persévérance sera nécessaire pour mener à bien l'œuvre entreprise, pour laquelle le concours des exploitants est, ainsi que je vous l'ai montré, indispensable. Je ne doute pas que la Société belge de Géologie trouve parmi eux des aides aussi intelligents que dévoués, car, si les patientes et nombreuses observations à faire n'amenaient aucun résultat au point de vue des corrélations grisouto-sismiques, il n'est pas douteux que l'ample moisson de documents qui en sera le fruit ne permette d'élucider nombre de points de la question du dégagement du grisou, si intéressante au point de vue de l'aérage et de la sécurité de nos mines grisouteuses.

M. le *Président* remercie vivement M. *Habets* de son intéressante communication. Il avoue avoir été quelque peu effrayé des nombreuses difficultés pratiques qui attendent les expérimentateurs et qui viennent d'être si nettement dévoilées. Mais il vaut mieux être d'abord bien renseigné lorsque l'on veut entreprendre un travail, et avant de se mettre à l'œuvre, il conviendra de discuter avec soin les projets d'installation pour ne prendre de décision qu'à bon escient.

M. *Van den Broeck*, étant données les grandes difficultés que soulève l'étude des variations de dégagement de grisou, pose la question de savoir s'il ne serait pas utile, pour arriver à la détermination de ces variations, de se borner à l'étude de celles-ci en des points fixes et soumis, le moins possible, aux influences variables et diverses des travaux d'exploitation de la mine.

L'étude projetée pourrait utilement se décomposer en trois parties :

1° Emploi de tubes manométriques de drainage de la houille dans les exploitations et massifs où le grisou est reconnu exister à haute pression;

2° Utilisation des culs-de-sac de galeries fortement grisouteuses, lesquels seraient à isoler et à mettre en communication avec des appareils automatiques de jaugeage du grisou;

3° Emploi des soufflards, à étudier dans leur variation de débit et d'intensité en des points où leur dégagement grisouteux paraît le moins influencé par les travaux d'exploitation minière.

M. *Habets* estime que des expériences pourraient être poursuivies dans cet ordre d'idées, mais il ne croit pas cependant qu'elles puissent, à elles seules, donner une notion bien nette des variations du dégagement du grisou tel qu'il s'opère dans une mine. On ne peut déterminer *a priori* dans quel sens se manifesterait l'action des microsismes sur la pression et le débit du grisou dans un trou de sonde, un cul de sac ou d'un soufflard. Il se pourrait que ces actions se fissent sentir tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, ainsi que le montrent les observations qu'il a présentées dans la première partie de sa communication.

L'étude des variations du dégagement dans une mine est assurément complexe et difficile, mais il estime qu'il ne faut pas reculer devant les difficultés; il faut, au contraire, aller au-devant d'elles et pousser sans tarder aux installations; ce qui permettra d'arriver à un résultat.

Dans cet ordre d'idées, M. Habets émet l'avis d'écrire aux personnes qui se sont occupées de cette question, à MM. *Poussigue* et *Petit* notamment, pour avoir connaissance des observations qu'elles ont recueillies jusqu'à ce jour et dont il pourrait être tiré parti en vue de l'étude entreprise.

M. *Van den Broeck*, ayant appris de M. Lagrange que, dans les expériences auxquelles va procéder l'administration des mines, il ne sera pas question de l'étude systématique des proportions et des variations du dégagement de grisou, exprime le vœu d'insister sur la haute importance qu'il y a d'introduire cette étude dans le programme gouvernemental.

M. *Lancaster* propose, à cette fin, l'élaboration d'un programme d'étude complet. Il est d'avis qu'aucun point ne doit rester dans l'ombre, et il serait assurément fâcheux qu'un élément aussi essentiel pour nos études à nous, que la *variation* des dégagements grisouteux, ne pût pas être obtenu pour être mis en regard des indications des appareils de nos stations grisouto-sismiques.

M. *Habets* se rallie à cet avis, ajoutant que le programme ainsi élaboré pourrait utilement être envoyé à toutes les mines du pays. Il faudra faire appel à tous les concours dès que nous serons entrés dans la phase des observations.

M. *Lagrange* appuie cette manière de voir; il importe, dit-il, de tenir compte de tous les facteurs que l'on peut supposer pouvoir intervenir dans les corrélations cherchées.

C'est aussi l'avis de M. le *Président* et de M. *Habets*, lequel signale ensuite que parmi les facteurs amenant l'accentuation du dégagement grisouteux aux fronts d'abatage, il convient — indépendamment de toute cause sismique ou microsismique — de signaler une action qui doit peut-être produire, de même que ces facteurs endogènes, le fendillement et la désagrégation du charbon : il veut parler du travail d'abatage lui-même, qui, modifiant les conditions de cohérence et d'homogénéité du charbon grisouteux, doit concourir à mettre le grisou en liberté.

L'action des facteurs sismiques ou microsismiques, si elle existe, au point de vue des phénomènes grisouteux, doit être, dans son essence, de même nature.

M. *Van den Broeck* rappelle que, d'après l'opinion du savant spécialiste anglais M. Millne, ce ne serait pas précisément la transmission à grande distance des chocs sensibles de tremblements de terre éloignés qui affecterait les dégagements grisouteux, mais plutôt l'action des grandes ondulations microsismiques à faible amplitude, telles que celles qui précèdent ou qui suivent ordinairement ces chocs, sous forme de grandes vagues terrestres à marche moins rapide que les transmissions directes des chocs ou tremblements de terre proprement dits.

M. *Habets* croit devoir ajouter que les phénomènes grisouteux n'existeraient pas s'il n'y avait pas d'exploitation et que, peut-être, les mouvements sismiques ont pour effet de disloquer les massifs mis à nu et de produire ainsi des dégagements de grisou. C'est là toutefois une hypothèse de démonstration très difficile.

M. *Van den Broeck* attire l'attention de l'Assemblée sur une note de M. l'ingénieur *G. Léon*, consacrée à un *grisoumètre électrique* et

publiée dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (séance du 10 juin 1901). Il en propose l'insertion dans les « Nouvelles et informations diverses » devant suivre le compte rendu de la séance. — Adopté.

Enfin, M. le Secrétaire général, d'accord avec M. le Président, propose l'inscription de MM. *de Montessus de Ballore, Abbé Moreux, Moureau, Gunther, Petit, Davison* et *Kilian* comme membres ASSOCIÉS ÉTRANGERS de la Section permanente d'études du Grisou. — Adopté et sont donc inscrits comme tels :

M. WALTON BROWN ; secrétaire du North England Institute of Mining and Mechanical Engineers, 5 Lambton Road, à Newcastle-upon-Tyne.

CH. DAVISON D Sc. Al. A 16 Manor Road. Edgbaston, à Birmingham ;

Dr SIGd GUNTHER, professeur à l'École technique, Akademie Strasse, 5III, à Munich.

M. W. KILIAN, directeur de l'Observatoire sismique de Grenoble, professeur à la Faculté des sciences, 7, boulevard Gambetta, à Grenoble.

M. l'abbé Th. MOREUX, directeur de l'Observatoire du Séminaire de Saint-Célestin, à Bourges.

M. MOUREAUX, directeur du service magnétique de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, près Paris.

M. MONTESSUS DE BALLORE, chef d'escadron d'artillerie du 28e régiment à Nantes.

M. P. PETIT, ingénieur en chef des houillères de Saint-Étienne, à Saint-Étienne (Loire).

La séance est levée à 6 h. 30.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

L'explosion de grisou de Molières.

Une explosion de grisou s'est produite vendredi dernier dans l'une des galeries de la concession de Molières, appartenant à la Compagnie houillère de Bessèges.

L'accident a eu lieu dans la grande et belle bacnure qui va du puits d'Estampes au plan incliné Saint-Ferdinand. Il y a là un très grand courant d'air, et vers le bout de cette bacnure se trouve un poste de rallumage des lampes éteintes.

Il existe, vers le milieu à peu près de la bacnure, une petite couche de charbon dans laquelle on avait fait un avancement de 40 à 50 mètres environ et amorcé quelques tailles pour voir si la couche était exploitable.

Malheureusement. cette couche était si mince, 30 à 35 centimètres environ, qu'il a fallu renoncer à l'exploiter; on n'y a jamais constaté la moindre trace de grisou. Néanmoins, on avait fermé l'accès de cette couche par un double barrage en planches.

En voulant modérer un peu le grand courant d'air de cette bacnure, par une porte à guichet, il est arrivé qu'une partie du courant d'air est passée par les travaux de cette petite couche, y a pris un ballon de grisou et l'a emporté jusqu'au point où se trouve, dans une galerie en retraite, le rallumage des lampes; ce peu de grisou a détonné; il y a eu trois hommes tués sur le coup et six ouvriers blessés grièvement qui sont morts successivement, en tout neuf victimes.

C'est un accident vraiment extraordinaire, que rien ne pouvait faire prévoir.

Parmi ces victimes se trouve le maître-mineur chef, nommé Terrier, qui était chargé de faire placer la porte.

M. Chalmeton qui, trois semaines auparavant, remerciait ses ouvriers de leurs félicitations à l'occasion de son soixantenaire de direction, a pris la parole aux obsèques et a fait l'éloge des vaillants ouvriers tombés au champ d'honneur.

(Extrait de *L'Écho des Mines et de la Métallurgie,* 28e année, jeudi 25 juillet 1901, p. 917.)

Sur un grisoumètre électrique.

« Les indicateurs de grisou en usage sont basés sur les auréoles données par les flammes dans les atmosphères grisouteuses; les lampes de sûreté ordinaires à l'huile ne permettent d'apprécier que les teneurs de grisou supérieures à 2 °/o; un ingénieur autrichien, M. Pieler, en recourant à la flamme plus volumineuse de l'alcool, a abaissé cette limite à deux millièmes et demi; M. l'ingénieur des mines Chesneau, en dissolvant dans l'alcool employé de l'azotate de cuivre et du bichlorure d'éthylène (liqueur des Hollandais) et en produisant ainsi dans la flamme du chlorure cuivreux qui la

colore en bleu, a augmenté la précision de la lampe Pieler et lui a permis de déceler un millième de grisou (1).

» Un ingénieur anglais, M. Liveing, a imaginé un appareil fondé sur un principe tout différent; en observant la différence d'éclat de deux fils de platine portés au rouge par le même courant électrique et placés, l'un dans l'air pur, l'autre dans l'air grisouteux, M. Liveing est arrivé à doser le grisou à $^1/_2$ °/₀ près.

» Nous avons obtenu récemment des résultats fort encourageants en observant, non pas la différence d'éclat ou la différence de longueur, mais la différence de résistance électrique de deux fils de platine chauffés vers 1000° par le même courant et placés l'un dans le grisou, l'autre dans l'air pur.

» Deux fils de platine de $^1/_{20}$ de millimètre de diamètre sont recouverts de cuivre électrolytique, sauf en leur milieu, sur une longueur de 10 millimètres réservée à la gutta; après que la gutta a été dissoute à l'aide du sulfure de carbone, ces fils, convenablement montés et placés, l'un dans une enveloppe étanche de verre, l'autre sous une double toile métallique, forment les deux branches d'un pont de Wheatsone dont les deux branches, en constantan, ont chacune une résistance d'environ 1,3 ohm. Les accumulateurs (4 volts) d'une lampe électrique de mine Neu Catrice, obligeamment mise à notre disposition par MM. Neu Catrice, et renfermés dans une caisse mesurant 0m,10, 0m,10. 0m,15, lancent, quand on appuie sur un contact, un courant de 2 ampères environ dans l'appareil (0,68 dans les fils de platine, 1,36 amp. dans les bobines de constantan). Un galvanomètre apériodique à pivot, type Chauvin et Arnoux, de 0m,10 de diamètre, dont le cadre mobile présente une résistance de 0,6 ohm et dont l'aiguillage dévie de 100 divisions pour 50 milliampères, est intercalé dans la diagonale du pont. Les résistances sont ajustées, en tenant compte des différences inévitables des fils de platine, pour que l'aiguille reste au zéro quand l'instrument est dans l'air pur; quand l'atmosphère contient du grisou, l'aiguille dévie de 1 milliampère environ (2 divisions) par millième de grisou.

» Les déviations de l'aiguillage sont très sensiblement proportionnelles aux teneurs en gaz combustible; c'est ainsi que dans deux tournées souterraines, le 25 avril 1901, avec un grisoumètre un peu différent du grisoumètre ci-dessus décrit, nous avons constaté les déviations suivantes :

	Lampe Chesneau.	Grisoumètre.
Retour général de la fosse Saint-Saulve (Cie des mines de Marly)	7-8 millièmes	19 divisions
Fosse Hérin (Cie des mines d'Anzin).		
Retour de la veine Taffin, levant . .	8,5 »	17 »
Veine Hyacinthe, levant	5 »	10 »
Moyenne veine, couchant.	5 »	10 »
Grande veine, levant.	2 »	4 »
Grande veine, couchant	8,5 »	19 »

» Cette proportionnalité s'est maintenue, dans nos essais de laboratoire, avec des teneurs de gaz d'éclairage croissant jusqu'à 5 °/₀, et nous croyons qu'elle se maintiendra avec le grisou jusqu'au voisinage de la teneur explosive.

» Les déviations de l'aiguille varient d'autre part très rapidement avec le courant fourni par les piles; à titre de première approximation, nous pouvons indiquer qu'elles sont proportionnelles à la puissance 3e ou 4e de l'intensité du courant. C'est ainsi que

(1) G. Chesnau, *Annales des Mines*, 9e série, t. II, p. 203, 1892; *Ibid.*, 9e série, t III, p. 509, 1893 — *Compte rendu du IIe Congrès international de Chimie appliquée*, t. III, p. 423, 1896.

les déviations mesurées ont doublé quand dans un de nos essais l'intensité dans les fils de platine a passé de 0,64 à 0,75, l'intensité dans la seconde branche du pont de 0,32 à 0,45. Si, comme nous le croyons, le courant peut être maintenu constant à $^1/_{40}$ près, la teneur sera connue avec une précision supérieure au $^1/_{10}$, précision inconnue actuellement, pour les faibles teneurs tout au moins, et bien suffisante Une résistance de 0,015 ohm intercalée dans le circuit des piles, et dont les extrémités peuvent, par un commutateur de réglage, être mises en relation par les bornes du galvanomètre, permettra d'ailleurs de vérifier cette constance et au besoin d'apporter aux lectures la légère correction nécessaire.

» Un écran mobile garantit, au moment de la mesure, le fil de platine contre tout courant d'air. L'écran et le bouton contact sont disposés de telle sorte qu'on ne puisse lancer le courant qu'après avoir refermé l'écran.

» L'espace compris sous les toiles métalliques est tellement restreint qu'une explosion, arrivant à se produire sous les toiles, ne pourrait prendre assez d'élan pour franchir la barrière qui lui serait opposée et se propager au dehors; il serait vraisemblablement inutile d'ajouter à l'appareil un coupe-circuit automatique fonctionnant à une teneur déterminée.

» Dans l'examen de certaines cloches au toit des galeries ou des chantiers souterrains, une petite difficulté peut se présenter. Le grisoumètre électrique ne donne, en effet, aucune déviation dans l'air pur; il ne doit en donner aucune dans le grisou pur; la déviation passe donc par un maximum pour une teneur voisine de 10 °/₀, et à toute lecture correspondent deux teneurs, l'une au-dessous, l'autre au-dessus de 10 °/₀. Il suffit, pour écarter cette difficulté, ou de consulter la lampe de sûreté ordinaire (notre appareil, comme les indicateurs à alcool, est grisoumétrique et non éclairant), ou de faire rentrer progressivement l'air pur dans l'appareil; si la déviation de l'aiguille diminue dès l'abord, c'est que la teneur de la cloche examinée est inférieure à 10 °/₀; si elle augmente dans les premiers instants, la teneur est supérieure à 10 °/₀.

» Le grisoumètre électrique, pour peu qu'on donne aux fils de platine et aux bobines de constantan des résistances convenables, permet de connaître, à tout moment, la teneur en grisou du retour général d'une mine ou de certains retours particulièrement intéressants. La création de véritables observatoires grisoumétriques est ainsi rendue possible; résultat intéressant pour l'étude scientifique des dégagements grisouteux et aussi peut-être pour la sécurité.

» L'appareil se prête au dosage de tous les gaz combustibles, notamment de l'hydrogène, dont la température d'inflammation est bien inférieure à celle du formène pur, et de l'oxyde de carbone. » C. Léon.

(Extr. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. CXXXII, n° 23, 10 juin 1901, pp. 1408-1410.)

SÉANCE SPÉCIALE D'HYDROLOGIE DU 25 JUIN 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

Communications.

Nous nous bornons à fournir ci-dessous les titres des quatre causeries qu'ont bien voulu faire gracieusement, à la Société belge de Géologie, MM. *L. Janet, F. Marboutin* et *M. Le Couppey de la Forest,* au cours de cette séance spéciale, qui leur était exclusivement consacrée.

On trouvera aux *Mémoires*, avec les planches et figures qui les accompagnent, ces exposés de nos aimables et savants confrères parisiens.

SUR L'UTILISATION DES SOURCES

POUR L'ALIMENTATION DES VILLES EN EAUX POTABLES

par Léon JANET

SUR

LA PROPAGATION DES EAUX SOUTERRAINES

NOUVELLES MÉTHODES D'EMPLOI DE LA FLUORESCÉINE

par Félix MARBOUTIN

LES CAVERNES PÉNÉTRABLES A L'HOMME

DANS LA CRAIE DU BASSIN ANGLO-PARISIEN

par Max LE COUPPEY DE LA FOREST

UNE APPLICATION A LA GÉOLOGIE

DES

EXPÉRIENCES A LA FLUORESCÉINE

par Max LE COUPPEY DE LA FOREST

ANNEXE A LA SÉANCE DU 25 JUIN 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

C. Ekendahl. — **Ueber den Gang und die Entwickelung der chemischen und biologischen Untersuchungsmethoden im Laboratorium der Städtischen Wasserwerke in Stockholm in den Jahren 1882-1901.** (Marche et développement des méthodes et des recherches chimiques et bactériologiques au laboratoire de la distribution d'eau communale de Stockholm, pendant les années 1882-1901, par C. Ekendahl.)

Cette brochure de 34 pages, in-8°, de large format et en texte serré, donne des renseignements détaillés sur les méthodes d'analyse employées, au laboratoire des eaux de la ville de Stockholm, par M. le chimiste Ekendahl.

L'introduction fait l'*historique de la chimie hydrologique en Suède* depuis une quarantaine d'années. L'auteur signale les difficultés qui sont résultées d'une application irraisonnée de règles trop générales. Les distributions d'eau ont commencé en Angleterre, et la plupart des grandes installations continentales ont été faites par des capitalistes anglais et dirigées par des ingénieurs anglais. Des chimistes éminents avaient étudié à fond l'eau de la Tamise, alimentant Londres après filtrage. Les règles posées par eux comme résultat de ces études ont donc été reconnues partout. Mais la Tamise draine un bassin crétacé; ses eaux sont, au début, d'une très grande pureté organique ; la densité de la population amène une pollution de nature très suspecte. Dans un pays à roches imperméables, comme la Suède, les sources sont rares, tandis que le ruissellement superficiel est considérable.

La végétation forestière et les marais amènent dans les eaux des quantités considérables de matières organiques, mais ce sont des matières organiques d'origine végétale; la rareté de la population a

pour conséquence une pollution beaucoup moins dangereuse, hygiéniquement parlant, que pour la Tamise. Seulement, *le dosage global des matières organiques par les méthodes au permanganate,* c'est-à-dire le degré d'oxydabilité de l'eau, donne des chiffres beaucoup plus élevés. La comparaison de ces deux choses non comparables a causé des inquiétudes peu justifiées.

Une autre circonstance encore était de nature à augmenter le contraste apparent entre les deux eaux : la différence des méthodes d'analyse. La méthode Letheby-Tidy, employée en Angleterre, fait réagir le permanganate à froid. Les chimistes Aug. Almèn et J.-L. Ekman, qui ont les premiers spécialisé ces études en Suède, avaient pris modèle, au contraire, sur les laboratoires allemands et opéraient la réaction à chaud, suivant les prescriptions de Kubel. Cette méthode donne toujours des valeurs beaucoup plus fortes. Almèn faisait bouillir plusieurs fois pendant cinq minutes, jusqu'à constance du permanganate résiduel. Ekman avait abandonné cette méthode, n'ayant pas pu constater de limite à la réduction de petites quantités de permanganate dans ces ébullitions successives; mais il faisait réagir, d'abord en solution acide, puis en solution alcaline. Tous deux naturellement trouvaient des chiffres encore plus élevés que par la méthode ordinaire de Kubel.

Almèn doit avoir été un homme de grand bon sens. Il appliquait à l'analyse de l'eau une méthode sévère, comme on a vu. L'eau de la Tamise ne réduit que 0gr,002 de permanganate au litre; celle de Stockholm en réduit 0gr,006 et même davantage. Almèn en conclut que les matières organiques dans l'eau n'ont pas l'influence hygiénique qu'on leur attribue. Bien des chimistes plus récents pourraient, avec avantage, prendre exemple sur leur prédécesseur suédois.

L'analyse des eaux est, de tous les domaines de la chimie, celui où il importe le plus d'employer des *procédés identiques* pour que les résultats soient comparables. La méthode ordinaire au permanganate est certainement théoriquement mauvaise; elle ne détruit pas toutes les matières organiques; un même poids de matière, d'après sa composition, peut réduire des quantités très différentes de permanganate. Il faudra certes tenir compte, dans certains cas, de ces différences. Mais, en général, ce qui importe le plus, c'est que les résultats soient comparables.

On comprend donc fort bien que M. Ekendahl, arrivant à la direction du service chimique des eaux, à Stockholm, ait abandonné les méthodes plus exactes pour revenir à la méthode anglaise, puisque c'étaient les

résultats obtenus en Angleterre que le public prenait comme terme de comparaison.

Mais la méthode de Tidy est inutilement longue; les chimistes officiels anglais tiennent beaucoup à des procédés laborieux et compliqués, applicables seulement dans des laboratoires complètement montés et, par conséquent, hors de la portée de concurrents plus modestes.

M. Ekendahl, qui devait travailler au début avec des moyens assez restreints, n'a pas tardé à sentir les inconvénients de la méthode anglaise. Il a alors eu recours à la méthode de Kubel, mais en la modifiant de façon à obtenir des chiffres égaux à ceux donnés par la méthode de Tidy. Ces modifications consistaient en un excès d'acide (20 c. c. d'acide sulfurique au $^1/_4$ au lieu de 5 c. c. au $^1/_5$); température de 60° au lieu de l'ébullition; addition d'une quantité de permanganate légèrement supérieure à ce que peut réduire l'eau, au lieu du grand excès recommandé par Kubel. Ces deux dernières modifications devaient tendre à diminuer les chiffres. Les résultats obtenus montraient un rapport constant avec le carbone organique dosé par la méthode de Frankland.

On sait en quoi consiste cette méthode : combustion organique du résidu solide et détermination du carbone et de l'azote. Le procédé est très compliqué et très délicat; ailleurs qu'en Angleterre, il n'est presque pas employé. M. Ekendahl l'a introduit en Suède en 1884, et en dit beaucoup de bien. La méthode donne des valeurs absolues pour le carbone et l'azote organique; le rapport de ces substances permet de déterminer si l'on a affaire à une pollution d'origine animale ou végétale. C'est ainsi que pour les eaux du lac Mälar, il y a six à dix fois plus de carbone que d'azote. On avait reproché à la méthode par combustion que les inévitables erreurs étaient presque de la grandeur des quantités à déterminer. M. Ekendahl trouve que l'on a beaucoup exagéré l'importance de ces erreurs et que jamais elles n'ont affecté ses résultats expérimentaux au point de mettre un instant en doute la nature végétale des matières dans l'eau de Stockholm.

Pour le vulgaire, une analyse d'eau est une analyse d'eau. En réalité, la question est beaucoup plus complexe et le problème à résoudre est loin d'être toujours le même. Le chimiste intelligent n'entre dans son laboratoire pour commencer les manipulations qu'après avoir mûrement réfléchi et nettement déterminé le point spécial sur lequel il devra porter son attention pour une eau donnée. On pourrait, à première vue, trouver à redire aux procédés de Stockholm; la modification de la méthode de Kubel n'est certainement pas heureuse et l'on comprend

qu'elle ne se soit pas répandue, même en Suède. Mais tout s'explique et se comprend quand on tient compte de la situation spéciale où s'est trouvé M. Ekendahl à ses débuts; il était urgent de redresser une injustice envers l'eau de la distribution résultant d'une différence de méthode expérimentale dans les analyses anglaises et celles faites à Stockholm. A la longue, le public est revenu à une appréciation plus équitable; la méthode spéciale n'était donc plus nécessaire, et depuis 1898, le laboratoire de Stockholm l'a abandonnée pour adopter la méthode classique allemande.

La méthode de Kubel a été, de la part de M. Ekendahl, l'objet d'une étude ultra-consciencieuse. Outre les précautions recommandées par les auteurs les plus récents (Walter et Gärtner, dans la nouvelle édition du traité de Kubel-Tiemann), il est allé jusqu'à mesurer la hauteur des flammes et la pression du gaz. Il emploie deux brûleurs : un à grande flamme pour amener rapidement à 100° centigrades, et un à flamme plus petite pour maintenir une ébullition régulière; le ballon a une capacité d'un demi-litre et un long col; le ballon est incliné et non placé verticalement; l'ébullition est maintenue pendant dix minutes, comptées sur une montre à répétition qui marque les deux dixièmes de seconde. Les divergences dans les résultats d'analyses ordinaires peuvent dépasser 8 %; avec les précautions les plus minutieuses, M. Ekendahl est parvenu à les réduire à 4 1/2 %.

Plusieurs questions se rapportant à l'application de la méthode ont été examinées. Avec des eaux à pollution végétale, on constate souvent, au moment de l'addition de l'acide oxalique, la *formation de flocons bruns,* qui sont des oxydes de manganèse; il faut quelques minutes pour redissoudre ces flocons et obtenir un liquide incolore. Il y a longtemps qu'un auteur anglais a dit que de telles analyses sont mauvaises et doivent être recommencées avec plus d'acide sulfurique. M. Ekendahl a traité une même eau avec des quantités croissantes d'acide sulfurique, jusqu'à 50 centimètres cubes d'acide au tiers, au lieu de 5 centimètres cubes. L'oxydabilité de l'eau a régulièrement augmenté de $0^{gr},0048$ d'oxygène au litre jusqu'à $0^{gr},0075$. La différence est très considérable; elle est certainement due à une oxydation plus complète des matières organiques, car une expérience avec de l'eau distillée et des quantités croissantes d'acide sulfurique a donné, avec 5 centimètres cubes d'acide, $0^{gr},00029$; avec 50 centimètres cubes, $0^{gr},00077$. L'action propre de l'acide amène donc une consommation accrue de permanganate, mais cet accroissement est beaucoup trop faible pour expliquer l'énorme différence constatée plus haut.

L'*addition initiale d'une quantité plus grande de permanganate* que les 10 centimètres cubes réglementaires se traduit également par une augmentation de l'oxydabilité, mais beaucoup moins marquée que dans le cas précédent, environ 10 %.

La méthode de Kubel comporte une ébullition, au cours de laquelle des *matières organiques volatiles* peuvent s'échapper avant d'avoir été attaquées par le permanganate. M. Ekendahl a fait toute une série de recherches pour reconnaître l'existence de cette cause possible d'erreur et déterminer son importance. La méthode consiste à analyser une même eau directement après l'addition du permanganate, ou seulement vingt-quatre heures après cette addition; la deuxième série donne toujours des chiffres plus élevés. Mais ce qui est remarquable, c'est que l'augmentation est fort différente pour diverses eaux; pour l'eau de la distribution et celle du lac Mälar, l'augmentation est de 8 à 10 %; elle est de 20 % pour le lac de Born et pour l'eau de l'Arstavik; elle est de plus de 30 % pour le lac Hammarby. Une action préliminaire plus prolongée du permanganate (ébullition seulement après deux ou trois jours) ne donne presque plus d'augmentation. On peut conclure de ces faits: 1° que l'eau contient des matières organiques volatiles, que l'ébullition expulse avant que le permanganate ait eu le temps de les attaquer; 2° que ces matières sont détruites à froid et en vingt-quatre heures; 3° qu'elles sont en quantité variable dans diverses eaux.

Dans ces analyses, les matières organiques sont dosées par différence. Il était indiqué de contrôler ces résultats par des dosages directs. C'est ce qu'avaient déjà fait Preusse et Tiemann, et M. Ekendahl a confirmé leurs travaux. Les premiers distillats d'une eau réduisent du permanganate; le lac Hammarby donne ici aussi les chiffres les plus élevés; quant à la concordance entre l'oxydabilité directe de ces distillats avec les résultats par différence, elle est assez satisfaisante et même très étroite dans certains cas; mais nous sommes ici à la limite des choses dosables. Il est d'autant plus remarquable de constater que l'oxydabilité des divers distillats et de ce qui reste dans l'appareil donne souvent fort exactement l'oxydabilité totale, telle que déterminée en bloc et par la méthode ordinaire. Voici un exemple : l'eau du lac Mälar donne une oxydabilité, par la méthode ordinaire, de 0gr,00515 ou 0gr,00541 d'oxygène par litre; la moyenne de ces deux analyses est 0gr,00528. Un demi-litre de cette eau est distillé. On détermine l'oxydabilité de chaque centaine de centimètres cubes qui passent pour 400 centimètres cubes, puis pour les 50 centimètres cubes restant dans l'appareil; nous en résumons les résultats dans le tableau ci-après.

Premier distillat	100 centimètres cubes		0gr,00048
Deuxième distillat.	100	—	0gr,00040
Troisième distillat.	100	—	0gr,00014
Quatrième distillat	100	—	0gr,00036
Cinquième distillat	50	—	0gr,00039
Restant	50	—	0gr,02456
Total pour . . .	500 centimètres cubes		0gr,02633
Dont $^1/_5$.			0gr 00527
Trouvé directement			0gr,00528

On remarquera que le gros des matières organiques reste dans l'eau; les substances volatiles ne constituent qu'une fraction minime. Les chiffres pour les distillats montrent d'abord une diminution; toutefois, l'anomalie du troisième distillat (0mgr,14) ne se retrouve pas dans une autre série; mais les 50 centimètres cubes du cinquième distillat donnent une augmentation. Y a-t-il eu élévation de la température par suite de la concentration de l'eau? Un contrôle thermométrique eût été intéressant. Les matières organiques volatiles de l'eau semblent être retenues avec une certaine énergie et ne s'en aller que sous l'influence d'une température assez élevée.

C'est de cette manière qu'on peut interpréter des résultats aberrants obtenus par M. Ekendahl. Quand on évapore à siccité $^1/_2$ litre d'eau et qu'on redissout le résidu avec de l'eau distillée, on trouve le même degré d'oxydabilité qu'avec l'eau telle quelle; la concentration à 50 centimètres cubes donne le même résultat. Il n'y a donc pas eu départ de matières organiques volatiles. Mais l'évaporation a été faite au bain-marie et il a été constaté que la température était de 85° centigrades.

Une autre série d'expériences a trait à la *décomposition spontanée du permanganate* dans les conditions de la méthode de Kubel, mais en prolongeant énormément la durée d'ébullition, jusque onze heures. De l'eau distillée très pure, qui ne consomme par litre que $^1/_3$ de milligramme d'oxygène, peut être amenée à absorber au delà de 2 milligrammes pour huit heures d'ébullition.

L'eau de la distribution, pour dix minutes d'ébullition, consomme 5 milligrammes; pour huit heures, elle consomme au delà de 8 milligrammes. Quand on traduit en courbes les résultats de M. Ekendahl, on constate une très grande régularité, qui porte à croire que le phénomène est régi par des lois physiques (dissociation graduelle?). Il y a

une tendance évidente vers un état d'équilibre; la courbe monte d'abord très rapidement, pour ensuite s'infléchir et se rapprocher de l'horizontale.

La brochure donne également des renseignements sur les méthodes pour la détermination des autres éléments de l'analyse. Les études ne sont pas aussi développées que pour la méthode de Kubel, mais il y a généralement des détails intéressants.

Le *résidu solide* est déterminé par évaporation de 1 litre ou $^1/_2$ litre dans une capsule de platine, alimentée par un flacon Bischoff. L'auteur recommande beaucoup cet appareil. Les capsules sont mises au dessiccateur à 100°-108° centigrades.

L'analyse se fait sans filtrage ou décantation préalable. Les matières en suspension font de droit partie de l'eau, dit M. Ekendahl. Cela est vrai jusqu'à un certain point; mais il y a pourtant des limites. M. Ekendahl lui-même filtrerait, s'il avait par litre des centaines de crustacés, avec une abondante flore d'algues.

La détermination de ces matières en suspension se fait, non par pesée directe, mais par la différence de résidu de l'eau telle quelle et l'eau ayant passé un filtre Chamberland. L'eau de la distribution a environ $0^{gr},130$ de résidu solide totale, dont $0^{gr},0018$ de matières en suspension.

La *turbidité de l'eau,* ou le trouble causé par ces matières en suspension, est déterminée quantitativement par comparaison avec des types. L'argile extrêmement fine qui reste en suspension pendant des mois et des années est employée comme liqueur titrée; la turbidité est exprimée en poids d'argile. Pour la *couleur*, c'est l'ancienne méthode au caramel qui est employée. M. Ekendahl ne mentionne ni les travaux de Allen Hazen ni les mémoires de Spring, si importants pour la compréhension des phénomènes de coloration et de turbidité des eaux.

La *combustion organique,* procédé Frankland, est l'objet de quelques remarques. Le procédé est trop peu répandu sur le continent pour qu'il soit utile d'insister.

Il résulte de cet exposé bibliographique que le laboratoire hydrologique de Stockholm est entre les mains d'un chimiste compétent, ayant une notion bien nette des questions à étudier et possédant l'habileté de manipulation nécessaire pour les résoudre expérimentalement. Au point de vue pratique de la conduite des affaires municipales, cela n'a l'air de rien; en réalité, c'est très important. N'est-ce point par suite d'une interprétation erronée d'analyses chimiques que l'eau de Stockholm a été mise en suspicion? Dans ces conditions, il se lève toujours

un sauveur, qui est généralement en même temps un faiseur. On met en branle la presse quotidienne, on crée « un mouvement d'opinion », la politique locale s'en mêle et la commune fait des travaux coûteux. L'eau potable est une question scientifique; par conséquent, il faut, à la tête de l'affaire, des hommes de science; la négligence de cette prescription élémentaire a, dans plusieurs cas, été payée par des désastres. Mais les savants ne sont pas infaillibles; ils peuvent se laisser aller à des exagérations théoriques; nous avons trop souvent eu l'occasion d'en signaler. Quand le savant est en même temps un homme de bon sens pratique, c'est l'idéal. Ad. K.

Jaarverslag betreffende de waterleiding der gemeente Amsterdam over 1900. (Rapport annuel sur la distribution d'eau de la commune d'Amsterdam en 1900.)

Les *installations* pour la commune d'Amsterdam (520606 habitants d'après le dernier recensement) sont les suivantes :

A. — Eau potable pour les usages domestiques; cette eau est captée dans les dunes, puis filtrée au sable; cette alimentation a été faite en 1853 par une compagnie anglaise.

B. — Eau pour usages industriels, l'arrosage, les bains, les water-closets, les fontaines, etc.; l'eau est prise au cours d'eau le Vecht et filtrée au sable; date de 1888.

Ces deux eaux pour 487000 habitants. Le service a été repris par la commune en 1897.

C. — Le quartier Nieuw Amstel (autrefois une commune séparée de 33000 habitants, incorporée aujourd'hui dans la commune d'Amsterdam) avait, depuis 1888, sa propre distribution d'eau : puits profonds dans des couches sableuses à 28 kilomètres de distance. Ingénieur : M. Halbertsma.

Les chiffres du tableau ci-après sont intéressants. La consommation moyenne est au-dessous de 80 litres par tête; la consommation maximum dépasse à peine 110 litres. Nous voilà loin du chiffre fatidique de 150 litres. Il y a des hygiénistes qui se baseront sur ce fait pour considérer la situation d'Amsterdam comme peu satisfaisante; pour eux, l'idéal est une consommation beaucoup plus grande; ils ne regar-

dent pas le gaspillage de l'eau comme un mal. L'exemple d'Amsterdam — où toute la population est alimentée par le service municipal, où, pour 37 600 abonnés, il n'y a que 3 250 compteurs, ce qui donne 34 000 abonnements à forfait — prouve qu'avec un peu de soin on peut satisfaire à toutes les exigences raisonnables sans devoir pomper des quantités excessives.

Les consommations, par 24 heures, ont été :

EAUX.	Maximum		Minimum		Moyenne		Moyenne = 100 Proportion du	
	total en M³.	par tête en litres.	total en M³.	par tête en litres.	total en M³.	par tête en litres	maxi-mum	mini-mum.
A. Dunes	32669	62.8	18994	36.5	24537	47.1	133.1	77.4
B. Vecht	25124	48.3	9828	18.9	16786	32.2	149.1	58.6
	57793	111.1	28822	55.4	41323	79.3	»	»
C. Source.	3637	110.2	1604	48.6	2570	77.9	141.5	62.4
	58674		31203		43893			

Pour comparer la consommation par tête d'Amsterdam proprement dit avec le district particulier de Nieuw Amstel, il faut additionner l'eau des dunes et l'eau de rivière (Vecht). On trouve alors des chiffres sensiblement concordants, sauf pour le minimum, où il y a environ 7 litres par tête de plus à Amsterdam, ce qui est beaucoup. Il faudrait connaître dans le détail les circonstances locales pour risquer une explication.

Les proportions en fonction de la moyenne, mise égale à 100, des consommations maximum et minimum sont à peu près ce que l'on a constaté ailleurs. Il n'y a que le minimum pour l'eau de rivière qui soit remarquable : seulement 58.6 °/₀ de la moyenne, correspondant à 18.9 litres par tête. Ce minimum s'est produit le dimanche 18 février. L'absence d'arrosage en cette saison et le chômage du travail industriel le dimanche expliquent ce chiffre.

Il y a un tableau donnant les *dates de consommation minimum* par

mois, pour les dimanches et les jours ouvrables. Généralement, dans les distributions, abstraction faite du dimanche, ce jour est un lundi. De 4 à 6 heures du matin, il y a une poussée : les usines importantes remplissent leurs chaudières; mais cet emploi est compensé par une forte diminution de consommation pendant l'après-midi : on fête la saint-lundi. Les tableaux pour l'eau des dunes et pour l'eau de source montrent quatre fois que les deux jours successifs de faible consommation sont le dimanche et le lundi. Mais ce qui est tout à fait étrange, c'est que pour l'eau du Vecht cette même succession ne se produit qu'une seule fois, tandis qu'il y a quatre fois la succession samedi-dimanche. Alors que partout ailleurs le samedi donne le maximum, c'est un jour de minimum pour l'eau industrielle à Amsterdam. La présence d'une assez nombreuse population juive pourrait-elle rendre compte de cette anomalie?

L'eau des dunes est encore filtrée. C'est un point qu'il importe de mettre en lumière, car on entend souvent parler de l'eau des dunes comme étant « naturellement pure », et des projets pour la côte belge ont même été élaborés comportant uniquement le drainage des dunes et se référant à l'exemple de la Hollande. Or, des onze distributions existant en Hollande et puisant dans les dunes, toutes filtrent encore au sable, non seulement pour l'épuration bactériologique, mais aussi pour enlever le fer; plusieurs ont des installations spéciales d'aérage pour faciliter l'oxydation des composés ferreux, et même à Delft on traite régulièrement par l'alun pour enlever la couleur (1).

Il est vrai que dans plusieurs cas, et notamment pour Amsterdam, les méthodes de drainage sont assez primitives, consistant en simples rigoles à ciel ouvert; mais les communes qui ont des drains enterrés ont quand même encore des filtres. Vers le milieu du mois d'août 1900, le canal amenant l'eau de la région drainée à l'usine, pour Amsterdam, a été remplacé par un tuyau de fonte; le degré d'oxydabilité de l'eau (par la méthode au permanganate) aurait été sensiblement réduit : la moyenne serait en effet $0^{gr},0083$ par litre (en corrigeant une faute d'impression pour la moyenne du mois d'octobre) pour les quatre derniers mois de 1900, contre $0^{gr},0109$ pour 1899. Mais pour l'année 1898, cette même moyenne n'est que de $0^{gr},0066$. Il y a donc des variations annuelles assez étendues, et il faudra attendre l'expérience

(1) H.-P.-N. Halbertsma. — *De ontwikkeling van den aanleg der waterleidingen in Nederland.* — *De opmerker*, April en Mei 1901. (*Le développement des distributions d'eau en Hollande.*)

d'une période plus longue pour savoir si cette amélioration, du reste plausible, est réalisée en fait.

La *composition chimique de l'eau des dunes* avant et après filtrage est en moyenne comme suit, en grammes, par litre :

	Eau brute.	Eau filtrée.
	—	—
Couleur (gr. caramel par litre)	0.010½	0.005
Résidu solide (à 180 c.)	0.350	0.344
Perte à la calcination	0.0209	0.0201
Oxyde ferrique	0.00117	0
Chlore	0.034	0.034
Ammoniaque libre	0.00029	0
Ammoniaque albuminoïde	0.00011	0.00005
Permanganate réduit	0.0097	0.0053
Dureté (en CaO)	0.1477	0.147
Oxygène (centimètres cubes)	6.62	5.33
Microbes, par centimètre cube, environ	3000	150

Au point de vue chimique, le résultat du filtrage est normal : absorption totale de l'ammoniaque libre, forte réduction de l'ammoniaque albuminoïde (avec une eau de très bonne composition, le pourcentage de réduction reste au-dessous des 75 °/₀ ordinaires), réduction de 45 °/₀ dans l'oxydabilité. L'enlèvement de la couleur (50 °/₀) est beaucoup plus marqué que ne le donnent, par exemple, les expériences américaines, où ce point a été spécialement étudié par Allen Hazen. C'est que probablement la couleur de l'eau primitive est surtout due au fer et non à des acides humiques.

La réduction de l'*oxydabilité* est de $0^{gr},0044$ par litre; mais la perte par calcination du résidu solide ne change que de $0^{gr},0008$. En admettant que 1 de permanganate puisse détruire 5 de matières organiques, la perte de calcination aurait dû diminuer de $0^{gr},022$, soit environ trente fois plus, et plus que la perte primitive, qui n'est que de $0^{gr},0209$. Cela démontre une fois de plus combien il est peu légitime de considérer la réaction du permanganate comme donnant, même d'une façon approchée, une idée du *poids* réel des matières organiques. Il y a lieu de rappeler à ce propos les travaux de M. Klement, du Musée de Bruxelles, mentionnés dans mon étude sur la couleur des eaux (1).

(1) *Bulletin de la Société belge de Géologie.* MÉMOIRES, t. IX, 1896.

L'influence du filtrage sur l'*oxygène dissous* dans l'eau est un fait nouveau. Déjà dans le rapport de 1898, il y avait des études à ce sujet : la détermination de l'oxygène dans l'eau filtrée pendant vingt-quatre heures consécutives, à chaque heure. La courbe (que j'ai dû construire d'après les chiffres) ne montre pas grand'chose pour une expérience faite en mars; elle oscille assez irrégulièrement entre $7^{cc},71$ et $8^{cc},27$. De midi à 3 heures, elle s'abaisse régulièrement; puis elle oscille jusqu'à 6 heures du soir; elle est beaucoup plus haut à 7 heures, subit une légère dépression jusqu'à 9 heures, remonte jusqu'à 11 heures, où elle atteint le maximum, pour s'abaisser assez brusquement jusqu'à minuit; jusqu'au midi suivant, elle est très irrégulière, mais plus haute que pendant l'après-midi du jour précédent. On aurait donc un maximum d'oxydation de l'eau filtrée à 11 heures du soir et un minimum de 2 à 5 heures de l'après-midi.

Pour une expérience faite en septembre, les résultats sont beaucoup plus nets. L'amplitude de la variation est plus considérable, de $4^{cc},03$ à $8^{cc},16$. De 8 heures du matin jusqu'à 2 heures de l'après-midi, la ligne monte régulièrement avec une grande rapidité; elle continue à monter, mais beaucoup plus lentement, jusque vers 5 heures de l'après-midi, s'abaisse lentement jusque vers 9 heures, puis subit une chute plus rapide et régulière pendant tout le restant de la nuit, pour atteindre un minimum à 8 heures du matin. La courbe présente donc nettement un maximum pendant toute l'après-midi et un minimum pendant les premières heures de la matinée.

L'explication (page 40 du rapport de 1898) est que la diminution de l'oxygène est amenée par la pullulation des microbes sur les filtres. Les variations diurnes seraient dues à un deuxième phénomène : l'action des algues vertes, qui, sous l'influence de la lumière solaire, décomposent l'acide carbonique et dégagent de l'oxygène. La perte d'oxygène par absorption par les bactéries peut donc être plus ou moins compensée par l'activité des végétaux; on conçoit qu'elle puisse même être plus que compensée, et c'est ce qui se produit. En effet, les analyses pour 1900 (moyennes mensuelles) montrent que, en septembre, l'eau filtrée a presque autant d'oxygène que l'eau brute et qu'en octobre, elle dépasse l'eau brute. Ces dates sont assez imprévues, car elles ne sont pas celles où la végétation a son optimum; de même, l'époque de plus grande différence pour l'oxygénation des deux eaux tombe en juillet; d'après mon expérience personnelle, c'est le moment de la pullulation des oscillaires, énergiques producteurs d'oxydation tant qu'ils sont vivants, mais fort sensibles aux variations de tempéra-

ture et donnant lieu à une putréfaction rapide quand ils sont morts. Les deux phénomènes sont évidemment de sens contraire; ils peuvent brusquement alterner. Dans ces conditions, des moyennes mensuelles sont insuffisantes pour débrouiller cette complication, et des observations régulières de la flore seraient de la plus grande utilité pour la compréhension des analyses chimiques.

Les moyennes mensuelles montrent nettement un minimum d'oxygène en été. C'est peut-être une conséquence purement physique de la moindre solubilité des gaz à mesure que la température s'élève. Des valeurs absolues peuvent donner une idée peu adéquate de la situation réelle; il faudrait les recalculer en fonction de la capacité de saturation, comme on fait pour l'état hygrométrique de l'air.

La *vitesse de filtrage* est fonction, non seulement de la consommation d'eau par vingt-quatre heures et de la surface filtrante, mais aussi de la répartition de la consommation totale d'un jour entre les diverses heures; les quantités pompées par heure peuvent varier de 1 à 8 ou 10. Or, comme la régularité du débit est une condition essentielle de la bonne marche du filtrage, il s'ensuit qu'il faut compenser les irrégularités de la consommation par un emmagasinage de l'eau filtrée en excès pendant les heures de faible consommation, pour l'employer pendant les heures où le consommateur prend plus que les filtres ne donnent. Sur ce point vital, la situation à Amsterdam est tout à fait remarquable et probablement unique; cette situation n'est pas bien difficile à expliquer : il n'y a pas de réserve du tout. A ce sujet, le rapport de 1899 se réfère laconiquement à celui de 1897; celui-ci dit que « l'eau, après filtrage, est partiellement reçue dans un réservoir en maçonnerie, d'environ 1 000 mètres cubes de capacité, » et ajoute flegmatiquement : « il n'y a pas de remarque spéciale à faire ». Le rapport pour 1900 signale qu'à la suite de l'addition d'un nouveau filtre et de changements au tuyautage, le réservoir existant est pratiquement hors de service. Jusqu'à l'achèvement des nouvelles installations, perdure par conséquent un « état transitoire ».

Il y a sept filtres, d'une surface totale de 19 200 mètres carrés. Pour une consommation moyenne de 24 500 mètres cubes par jour; cela fait une colonne d'eau de $1^{m},276$ par vingt-quatre heures ou un peu plus de $5\,{}^1/_3$ centimètres par heure, soit la moitié du débit normal; seulement, en été, on consomme un tiers de plus; les filtres ne marchent que trois ou quatre jours; ce qui fait qu'il y en a alors trois sur sept hors d'usage et les quatre restants doivent faire la besogne; la vitesse moyenne devient donc $5\,{}^1/_3 + {}^1/_3\,5.3 \times {}^7/_4 = 15$ cen-

timètres par heure. Et les variations diurnes de la consommation, qui se répercutent directement sur les filtres sans atténuation, rendent tout filtrage scientifique impossible. C'est ce qui explique la moyenne assez élevée de cent cinquante microbes par centimètre cube, correspondant à une amélioration de seulement 95 °/₀, qui descend parfois en été à 85 °/₀.

La courte durée d'un filtre — seulement trois jours à certaines époques — est d'autant plus étonnante qu'il s'agit d'une eau déjà très pure, captée dans des sables fins. Mais elle contient parfois en suspension des parcelles d'oxyde de fer, surtout quand le niveau s'abaisse.

Le *filtrage de l'eau industrielle* est également une particularité d'Amsterdam. Les eaux du Vecht sont très présentables, et pour l'usage auquel elles doivent servir, le filtrage apparaît quelque peu comme du luxe. Il faut connaître l'historique de la distribution d'eau à Amsterdam pour comprendre la situation. L'alimentation avait été concédée à une compagnie anglaise; pour épargner l'eau des dunes, qui n'existe pas en quantité illimitée, on fit la deuxième canalisation avec de l'eau de rivière, mais la municipalité exigea le filtrage. La compagnie concessionnaire donna satisfaction à la ville avec d'autant plus d'empressement qu'elle comptait quelque peu sur l'eau du Vecht filtrée pour parfaire l'insuffisance de l'eau des dunes; mais la municipalité fit la sourde oreille. Il est douteux que l'on eût songé à filtrer l'eau industrielle, si l'affaire avait été uniquement municipale.

On est ainsi arrivé Amsterdam, non seulement à filtrer l'eau industrielle, mais même à la filtrer avec beaucoup plus de soins que l'eau d'alimentation, ce qui fait qu'au point de vue bactériologique les deux eaux se valent.

La *composition de l'eau du Vecht* avant et après filtrage est résumée dans le tableau suivant :

	Eau brute.	Eau filtrée.
Couleur	0gr,0152	0gr,0102
Résidu solide	0gr,447	0gr,442
Perte à la calcination	0gr,0396	0gr,0391
Oxyde ferrique	traces	0
Chlore	0gr,129	0gr,129
Ammoniaque libre	0gr,00014 ½	0
Ammoniaque albuminoïde	0gr,000164	0gr,00010
Permanganate réduit	0gr,0151	0gr,0101
Dureté (en CaO)	0gr,1308	0gr,1295
Oxygène (en centimètres cubes)	7cc,52	5cc,44

La comparaison avec l'eau des dunes fait ressortir des détails intéressants.

La couleur de l'eau naturelle est de moitié plus forte que celle des dunes et le filtrage ne réduit que d'un tiers au lieu d'un demi; l'eau filtrée du Vecht a la même intensité que l'eau brute des dunes et le double de la couleur de cette eau filtrée. C'est que la couleur est due, non à du fer dissous (qui manque la plupart du temps), mais à des matières organiques; de là, le haut titre de permanganate et la perte plus notable par calcination. Ces matières sont plus difficiles à réduire; il reste assez bien de couleur et le permanganate n'est diminué que d'un tiers, au lieu d'environ la moitié, comme pour l'eau des dunes. L'eau brute est plus oxygénée, mais l'eau filtrée est comme l'eau filtrée du Vecht; la perte d'oxygène par filtrage est donc plus grande. Enfin, il y a beaucoup plus de chlore et la proportion de cet élément varie du simple à plus du double : 180 milligrammes à 182.

Il faut encore tenir compte des installations. La quantité d'eau du Vecht à fournir n'est en moyenne que les deux tiers de celle des dunes; la surface filtrante est cependant plus grande de 2 700 mètres carrés; mais il y a le désavantage que les filtres sont individuellement plus grands; il n'y en a que quatre pour le Vecht, contre sept pour l'eau des dunes. L'absence d'oxyde ferrique ne donne pas un colmatage aussi rapide; la durée minimum d'un filtre est de six à treize jours, contre trois aux dunes. Enfin, il y a un réservoir d'eau pure de 2 000 mètres cubes. Aux dunes, le filtrage est forcément irrégulier et sa vitesse excessive; au Vecht, le travail est plus uniforme et la vitesse doit être beaucoup moindre, sans qu'on puisse toutefois savoir de combien elle est, car les chiffres donnés des moyennes hebdomadaires sont irrelevants.

En somme, la situation est incomparablement plus favorable au Vecht qu'aux dunes. Cette dernière eau est bien originellement plus pure, mais le Vecht n'en est pas moins une très bonne rivière. Le filtrage devrait opérer une amélioration beaucoup plus considérable que celle qu'on obtient.

Quelles peuvent être les causes de cet insuccès relatif? Les divers rapports annuels signalent le fait de la non-étanchéité des filtres et du réservoir; depuis longtemps, ces constructions paraissaient être dans un état peu satisfaisant. Les filtres peuvent donc perdre de l'eau; s'il n'a pas été tenu compte de cette perturbation dans l'évaluation du débit, la vitesse de filtrage est en réalité supérieure à celle renseignée. Mais l'eau du sous-sol peut ainsi pénétrer dans les filtres; c'est une

question de niveau. Or cette eau du sous-sol contient une telle quantité de sel, que l'eau résiduelle d'un filtre a une teneur de 9 $^1/_4$ grammes de chlorure de sodium.

La salure très variable de l'eau du Vecht pourrait, à mon avis, expliquer les résultats parfois peu satisfaisants du filtrage. Dans le courant de cette année, mon attention a été attirée sur ce point pour la conduite des *filtres de Blankenberghe*, l'importante station balnéaire de la côte belge, à proximité d'Ostende. L'eau employée a des variations en chlore beaucoup plus considérables que l'eau du Vecht. La flore des filtres est d'une pauvreté désespérante; pratiquement, il n'y en a pas, car les quelques algues vertes et bleues, les exemplaires isolés et rabougris de diatomées ne constituent pas une couche continue. La faune est beaucoup plus riche; pour les infusoires tout au moins, elle est caractéristique des eaux saumâtres (*Caenomorpha, Metopus*). Or l'épuration chimique est faible, notamment pour l'ammoniaque libre; j'ai attribué cette insuffisance à l'absence de végétation, laquelle à son tour serait une conséquence de la salure variable. Au point de vue scientifique, la question se pose comme suit : Quelle est, pour les algues, qui constituent généralement la couche filtrante, la tolérance de chlore?

Il y a toutefois une certaine épuration chimique qui se produit; il y a une rétention très considérable du nombre des bactéries, et, pendant des semaines consécutives, l'eau filtrée a été au-dessous de trente colonies. Comme l'action biologique végétale ne peut pas être invoquée, il faut bien accorder au sable une certaine influence, ici prépondérante.

Il pourrait y avoir quelque chose d'analogue avec les eaux du Vecht. L'examen botanique des filtres résoudrait la question. La perte d'oxygène par filtrage est beaucoup plus considérable que pour l'eau des dunes; ce fait cadrerait à la fois avec l'explication donnée dans le rapport de 1898 et avec l'absence ou la faiblesse de la végétation, car il y aurait moins d'oxygène libéré pour compenser la perte par l'action bactérienne.

L'*eau des puits profonds* de Nieuw Amstel, prise près de Hilversum, est de loin la meilleure des trois eaux d'Amsterdam. Elle ne contient que $0^{gr},077$ de résidu solide, $0^{gr},020$ de chaux, pas d'ammoniaque et ne titre que $0^{gr},00032$ de permanganate; sa composition est très constante; il y a en moyenne quinze bactéries.

Les rapports contiennent un grand nombre d'autres renseignements; les uns sont d'intérêt purement local; d'autres sont d'intérêt plus

général, comme les constatations régulières de la température de l'eau comparée à celle de l'air, l'évaporation, etc.

Il y a dans le présent compte rendu assez bien de choses qui ne se trouvent pas dans les rapports. Ceux-ci, de par leur nature officielle, doivent se borner à relater des faits. Mais l'intérêt des faits consiste dans les commentaires qu'ils suggèrent, dans les comparaisons avec les autres villes, dans l'explication des caractères plus spéciaux à la localité; de tout cela résultent un enseignement pour tout le monde et le progrès de la science. Mais il faut que les faits soient observés avec soin et choisis avec sagacité pour pouvoir donner lieu au travail intellectuel ultérieur. Les rapports d'Amsterdam réalisent ces deux conditions. On a pu voir qu'ils soulèvent des problèmes d'un grand intérêt, mais dont la solution ne peut être encore qu'ébauchée. Il reste assez bien de lacunes, sur lesquelles nous avons insisté, moins pour critiquer que pour inciter à de nouvelles recherches. Le haut personnel technique et scientifique ne demande pas mieux. A l'administration communale incombe le devoir de fournir les moyens de travailler en développant ce qui fonctionne si bien. Ce serait de l'argent bien placé.

Ad. K.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Sur les origines de la source de la Loue.

« La Loue est la seconde source de France pour le volume de ses eaux : le minimum est à l'étiage 2 500 litres par seconde, le débit ordinaire 15 000 litres. Elle paraît alimentée par les eaux des plateaux voisins, englouties dans des entonnoirs creusés dans le calcaire. Mais depuis longtemps, on se demandait si elle ne dérivait pas, en grande partie, de l'eau absorbée par les fissures du lit du Doubs, en aval de Pontarlier, principalement vers Arçon, à 5 et 6 kilomètres en aval de cette ville, au niveau de 800 mètres d'altitude, la source jaillissant à 12 kilomètres Nord-Ouest à vol d'oiseau de Pontarlier, à la cote 544. M. Fournier, professeur à la Faculté des sciences de Besançon, avait affirmé cette opinion dans des publications scientifiques; cependant des essais de coloration à la fluorescéine n'avaient pas donné de résultats probants.

» La question vient d'être résolue par l'incendie de l'usine d'absinthe Pernod. Cet incendie ayant éclaté le dimanche 11 août, à midi et demi, les bacs crevés ont laissé

écouler des quantités énormes d'absinthe dans le Doubs, qui longe l'usine, principalement dans la soirée. Or, le mardi, à midi, moins de quarante-huit heures après le déversement à Pontarlier, les gardiens de l'usine de la source de la Loue percevaient une odeur d'absinthe, qui s'accentuait et devenait très forte vers 3 heures. Le mercredi matin, l'odeur s'est répandue le long du cours de la Loue, à Mouthier. Elle était aussi forte que celle d'un verre d'absinthe pris sur la table d'un café; plus faible dans la caverne, avec un léger goût d'anis communiqué à l'eau. Au-dessous de la chute initiale de la Loue, l'eau moussait en flocons blancs, d'aspect savonneux; dans les remous, elle accumulait d'énormes paquets d'écume vert sale.

» La conclusion est que la Loue représente un bras souterrain du Doubs, grossi par les eaux engouffrées dans les empocieux (nom des entonnoirs) du plateau et ressortant à une douzaine de kilomètres à l'Ouest, 250 mètres plus bas, par la caverne de la Loue; tandis que le bras superficiel du Doubs se détourne vers le Nord. La Loue retourne ensuite au Doubs, dont elle est en plaine le principal affluent.

» Le passage relativement rapide des matières projetées dans le Doubs, jusqu'à la source de la Loue montre combien les grandes sources de ce genre, malgré la limpidité apparente de leurs eaux, peuvent devenir dangereuses pour l'alimentation publique. »

Observations complémentaires de M. André Berthelot *au sujet de cette communication.*

« Cette lettre était accompagnée par l'envoi de deux bouteilles, l'une contenant de l'eau puisée dans la caverne de la Loue; l'autre recueillie avec beaucoup d'écume au bas de la chute, au moment du passage des eaux contaminées.

» Il m'a paru de quelque intérêt d'en faire l'examen.

» L'eau de la caverne (1) est claire, limpide, douée d'une odeur anisée très sensible; son goût fournit un indice semblable, faible, mais très appréciable. La dose d'alcool contenue dans l'eau qui m'a été adressée n'est pas mesurable.

» L'eau de la chute est jaunâtre, fortement opalescente, à la façon d'une émulsion résineuse. Elle mousse fortement par l'agitation. Son odeur anisée est bien marquée. Je la mets sous les yeux de l'Académie. Je l'ai filtrée, l'émulsion traversant en grande partie le filtre au début. Cependant, vers la fin, la liqueur passe claire, tout en demeurant teintée.

» Cette liqueur a été soumise à une série méthodique de distillations fractionnées, aboutissant à quelques dixièmes de centimètre cube de liquide, où se trouvent concentrés l'alcool et les essences, suivant ma méthode ordinaire. L'odeur devient ainsi beaucoup plus forte.

» L'addition de cristaux de carbonate de potasse pur (CO^3K^2) au produit ainsi concentré n'a pas précipité d'alcool, mais une fine gouttelette d'essence, que son odeur et son origine caractérisent comme essence d'anis. Voici l'échantillon. Quant à l'alcool, s'il y en avait, sa dose était inférieure à $0^{gr},010$, c'est-à-dire à un cent-millième.

» D'autre part, le filtre qui avait retenu la majeure partie de l'essence émulsionnée a été lavé avec de l'éther et celui-ci, évaporé, a laissé une masse notable d'un liquide épais, d'une couleur verte très intense, constitué par le mélange d'une essence et d'une résine.

» L'essence est peu fluide, volatilisable seulement à une température assez élevée,

(1) Il semble que cette eau répond à un passage postérieur à celui de la masse principale, qui a donné l'éveil en soulevant des écumes jaunâtres à la chute.

sans décomposition appréciable et sans carbonisation. Elle laisse une résine verte non volatile, offrant les propriétés des résines de l'absinthe. Le poids total de ces matières surpassait 1 décigramme.

» Ces caractères ne laissent, je crois, subsister aucun doute sur l'épanchement de la liqueur originelle dans les eaux de la Loue. Je mets ces produits sous les yeux de l'Académie. Aucun corps de ce genre ne saurait préexister dans une eau potable.

» Ces faits, d'ailleurs, sont tout à fait d'accord avec les observations faites sur place. Si je les ai rapportés en détail, c'est afin de bien préciser la démonstration, le passage de la liqueur d'absinthe dans la Loue ayant été mis en doute. On peut en tirer certaines conséquences.

» La première est relative à la répartition des matières projetées dans le Doubs, entre son cours superficiel et son cours souterrain.

» Donnons quelques chiffres pour montrer, sinon les valeurs absolues, du moins l'ordre de grandeur des quantités en question, soit un débit de 15 mètres cubes par seconde de la source de la Loue, c'est-à-dire 900 mètres cubes par minute et 2 160 000 mètres cubes par vingt-quatre heures; soit encore 500 000 litres d'alcool pur (pour un million de litres de liqueur?) déversés dans le Doubs.

» Si tout ce liquide s'était réparti uniformément dans l'eau et si la totalité de l'eau s'était écoulée par la source de la Loue, chaque litre de cette eau aurait dû contenir environ $0^{cc},23$ d'alcool.

» Soit, pour le volume du liquide pour lequel j'ai opéré, $0^{cc},20$.

» Or le poids d'alcool n'a pas pu être apprécié, c'est-à-dire qu'il représentait une fraction inférieure au vingtième de celle-là. Quelque incertitude que comportent les évaluations précédentes comme volume d'eau, comme durée et répartition, il en résulte pourtant, ce me semble, que la proportion d'eau du Doubs qui a passé par la source de la Loue ne paraît pas constituer, à cette époque de l'année, une fraction très considérable de l'eau du Doubs lui-même.

» Peut-être, d'ailleurs, le mélange initial a-t-il laissé surnager la plus grande partie de l'alcool dans les couches superficielles du fleuve, les couches profondes étant absorbées de préférence par les fissures de son lit.

» Cependant, la dose d'absinthe était encore suffisante, dans les écumes dont la formation a dû tendre à la concentrer, pour fournir un poids très appréciable de matière hydrocarburée.

» Il résulte que, dans le cas où un liquide provenant de vidanges ou d'une matière infectée par les germes de la fièvre typhoïde, du choléra ou de toute autre maladie, serait déversé dans la rivière à un certain moment, une portion de ce liquide parviendrait jusqu'à la source de la Loue, en dose suffisante pour y disséminer les microbes ou autres agents pathogènes qu'il pourrait contenir. L'emploi des sources du genre de la Loue, du Loiret, ou analogues, expose donc les personnes qui font usage de ces eaux aux mêmes risques de contagion que l'emploi des eaux des grandes rivières dont elles dérivent. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXXXIII, n° 8, 19 août 1901, pp. 394-397.)

SÉANCE SPÉCIALE DU « BOULANT »
DU 2 JUILLET 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance :

M. *H. Chabal* remercie pour sa nomination de membre effectif de la Société.

M. *G. Simoens* promet sa collaboration à la bibliographie du « boulant » et commencera ses recherches, à cet effet, par l'examen de certains des ouvrages que possède le Service géologique.

M. *Debauve* a fait parvenir une lettre en date du 14 mai dernier, de laquelle nous extrayons le passage suivant :

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

. . . .

Je me trouve avoir des échantillons de sable boulant (sable du Soissonnais et surtout du sable de Bracheux) que j'ai conservés, lors des sondages opérés en 1881 pour mon service, par M. Dru, entre Marn et Noyon, au col qui, vers Guiscard, sépare le bassin de la Somme de celui de l'Oise; ces sondages se rapportaient aux études du canal du Nord, alors projeté, qui devait traverser le col par une tranchée de 28 mètres.

Le sable recueilli sous l'argile plastique donne bien au toucher la sensation d'un assemblage de grains rugueux; mais ces grains sont

très fins, ils se mettent en suspension dans l'eau par un mouvement faible en se déposant lorsque le verre est au repos; sur un cinquième environ de la hauteur, le dépôt prend une apparence vaseuse avec teinte plus grise; sur le reste de la hauteur, on perçoit à l'œil nu les grains de sable malgré leur finesse. Il semble donc qu'il existe dans le mélange des particules vaseuses, mais c'est le sable qui domine; l'eau l'entraîne du reste avec la même facilité que la vase; une cloison en planches ou une crépine ne sauraient l'arrêter. Cependant, la masse desséchée devient compacte et résistante; il semble donc qu'avant d'employer le remède héroïque de la congélation, il faut recourir, si les lieux s'y prêtent, à un drainage ou à un système d'épuisement à marche lente prenant les eaux dans des puisards de grand diamètre.

. . . .

(*S.*) Debauve.

M. le Prof[r] *H. Höfer,* de Leoben, a adressé à M. le Secrétaire général une lettre dont nous extrayons les passages suivants :

« Vous trouverez dans l'année 1896, page 29, n° 3, de la *Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen,* l'article sur la méthode de drainage du sable boulant, méthode appliquée dans la mine de lignite de Rudidy à Bilin. Cet article est du directeur M. *Rubesch.*

» Cette méthode est appliquée depuis bien des années avec le meilleur résultat. . . . .

» Je veux appeler votre attention sur une particularité du sable boulant de Brüx, parce que cette particularité est peu mentionnée dans les publications et parce qu'elle a, d'une façon indirecte, amené la catastrophe de Brüx.

» Ce sable boulant, lorsqu'on le traverse par un sondage, se manifeste d'abord sous forme de grès de consistance moyenne, et il est désigné comme tel dans les registres de sondages lorsque le trou de sonde est promptement tubé.

» Cette particularité originale était inconnue auparavant.

» La société minière de Brüx fit faire des sondages avant de commencer l'exploitation qui eut de si tristes résultats.

» Ces sondages révélèrent du sable boulant vers la limite de la concession. Ce sable boulant était déjà connu par la concession voisine, celle du puits Julius I, du domaine Impérial et Royal.

» Cette partie de la concession, recouverte de sable boulant, fut

exclue de l'exploitation, et la société minière de Brüx avait admis — et d'après le résultat de ses sondages elle avait dû admettre — qu'elle n'avait pas de sable boulant au-dessus de son exploitation.

» Avant de connaître cette propriété du sable boulant, je supposais qu'il y avait entre les trous de sondage d'étroites lentilles de sables boulants, mais plus tard j'appris qu'il en était autrement.

» Sur notre proposition, on fit un puits dans la partie de la concession où le boulant solide avait été reconnu, dans une région où, d'après les résultats de plusieurs sondages, la présence du sable boulant était considérée comme impossible.

» Ce puits de mine fut descendu à travers un grès, qui au commencement était à peine humide et qui ensuite donna de l'eau de plus en plus, de telle sorte que les pompes avaient peine à maîtriser l'eau. Finalement le sable boulant se détacha des parois du puits et l'on dut alors renoncer à descendre ce puits davantage.

» Par cette expérience, je m'expliquai aussi certains détails qui précédèrent la mise en mouvement du sable boulant lors de la catastrophe de Brüx.

» Il n'est pas nécessaire que je vous donne l'explication de ces originales particularités de quelques sables boulants.

. . . .

» Je voudrais encore vous indiquer une erreur commise par les géologues prussiens lors de la catastrophe produite par le sable boulant à Schneidemuhl; ces géologues ont admis que le sable boulant se tasse par le drainage. J'ai fait des observations, dans le district du Nord-Ouest de la Bohême, notamment dans la mine Radiar, observations qui démontrent que les géologues prussiens se sont trompés. D'ailleurs leur manière de voir est contraire à la nature des choses.

» Le directeur général *Bernhardi* arriva récemment, pour la Silésie supérieure, à la même conclusion que celle à laquelle j'étais arrivé en 1896.

» Veuillez agréer, etc. » H. Höfer. »

M. le *Secrétaire général* retient de cette lettre un premier point qu'il conviendrait d'examiner :

M. *Höfer* mentionne qu'il a rencontré du grès qui s'est graduellement *transformé* en boulant. Un sable ne peut prendre l'aspect cohérent et les caractères d'un grès que par l'action de deux éléments : 1° la présence d'un *ciment*, soit calcareux, soit siliceux, ferrugineux ou autre, qui fait adhérer entre eux les grains quartzeux et les transforme en une

véritable roche; 2° l'action d'une forte *compression* qui en exprime l'eau, en rapproche les grains et peut éventuellement donner lieu à une *apparence* gréseuse. En matière de ciment, ce n'est guère que le ciment *calcaire* qui, sous l'influence chimique d'eaux d'infiltration, peut arriver à disparaître et à mettre les grains sableux en liberté. D'autre part, dans la dernière hypothèse, celle d'un sable fortement comprimé, on peut admettre que l'action des forages qui modifient les conditions d'équilibre de sables comprimés, percés par eux, peut aussi arriver, en diminuant les pressions et en facilitant les venues d'eau, à rendre la masse sableuse environnante fluide et boulante.

La lettre de M. le professeur Höfer ne nous fait pas connaître quelle est l'explication du cas signalé par lui, et l'Assemblée est d'accord avec M. Van den Broeck pour demander à M. Höfer quelques éclaircissements complémentaires à ce sujet.

Pour M. *Gobert,* le fait exposé par M. le professeur Höfer s'explique en ce sens qu'il faut admettre qu'il s'agit ici d'une roche sableuse bien homogène, solide, compacte et comprimée, devenue peu à peu boulante par suite des travaux effectués qui en ont modifié l'état d'équilibre et les conditions aquifères.

Il n'en reste pas moins vrai que l'on se trouverait alors en présence d'un *grès* devenu « boulant », problème très curieux, qui demande une solution. Aussi estime-t-il, avec M. le *Secrétaire général,* qu'il y a lieu de demander à l'auteur plus de renseignements et des détails précis au sujet de ce phénomène, assurément peu connu.

M. Van den Broeck fait encore remarquer que d'après M. *Höfer,* le sable boulant ne serait pas tassé par le drainage.

Cette conclusion ne sera sans doute pas admise par tous ceux qui se sont occupés du boulant. Elle doit donc aussi être étudiée.

M. le *Secrétaire général* invoque à l'appui de sa manière de voir les observations de M. *Van der Mensbrugge,* récemment publiée, dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (Classe des sciences), 1901, n° 7, pp. 372-377, sous le titre : *Remarques sur quelques phénomènes d'imbibition.*

Une discussion s'ouvre à ce sujet entre MM. Gobert, Simoens, Casse, van Ertborn et Van den Broeck. Elle sera reprise et ses résultats insérés au *Bulletin* lorsque des éclaircissements supplémentaires auront pu être obtenus de M. le professeur Höfer.

M. le *Président* éprouve la satisfaction de faire part à l'Assemblée de la promotion du lieutenant d'artillerie *Kestens,* notre confrère, au grade de capitaine. (*Félicitations.*)

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. Lampe, ingénieur civil, 123, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.

Marboutin, chef adjoint du service chimique de l'Observatoire de Montsouris, boulevard Saint-Michel, à Paris.

Daval, J., ancien greffier du tribunal de commerce, à Saint-Dizier, Haute-Marne.

En qualité de membre associé regnicole :

M. Simoens, Émile, 25, rue des Patriotes, à Bruxelles.

Communications des membres :

M. *A. Casse* fait la communication suivante :

DÉFINITION, COMPOSITION, DRAINABILITÉ

DES

SABLES BOULANTS

CONSTRUCTION D'OUVRAGES DANS CES TERRAINS

PAR

A. CASSE
Ingénieur civil.

Définition. — On appelle sables boulants, des sables dont la masse est imprégnée d'une grande quantité d'eau et pouvant être entraînés par le courant de cette eau, fût-elle d'une vitesse très peu appréciable.

Leur nature. — Ces terrains sont très peu compressibles; la quantité d'eau qu'ils renferment varie de 33 à 45 °/₀ lorsqu'ils sont à l'état non boulant et de 45 à 65 °/₀ lorsqu'ils sont à l'état boulant. Ces proportions s'entendant pour du sable non tassé, il en résulte qu'à l'état

boulant, les quantités d'eau renfermées dans le sable sont beaucoup plus grandes que les vides que renferme ce même sable lorsqu'il est à l'état sec.

Pour nous en convaincre, prenons un tube-éprouvette en verre gradué; remplissons-le sur une certaine hauteur de sable vaseux, limoneux, bien sec; mesurons exactement la hauteur du sable; saturons-le d'eau et, cette saturation obtenue, ajoutons-y de l'eau complémentaire : le sable ne la boira plus; mais retournons le tube à plusieurs reprises; secouons-le au besoin, de manière à avoir un mélange intime du sable et de l'eau. Comme le sable restera collé au verre, ajoutons encore un peu d'eau en la faisant couler doucement le long des parois, et lorsque le sable sera détaché complètement du tube, mesurons la colonne de sable : nous constaterons que de l'eau en excès surnagera, mais le volume de sable aura augmenté, le sable aura foisonné, il aura gonflé.

De par cette expérience, nous pouvons donc conclure logiquement que les vides du sable sec étant plus petits que ceux du sable mélangé à un excès d'eau, le sable se trouve pour ainsi dire en suspension dans l'eau.

Mais si cette expérience est exacte pour les sables vaseux, elle ne l'est plus pour les sables purs. Si nous prenons, en effet, un sable parfaitement pur, soit du sable qui a été soumis à un lavage énergique, nous remarquons que le sable pur ne pourra absorber un excès d'eau et que cette eau va filtrer avec une très grande rapidité au travers de la colonne de sable : elle sera bien claire.

On peut en déduire que le sable pur n'est pas boulant, qu'il peut se maintenir verticalement sous l'eau lorsque rien ne vient détruire son état d'équilibre, et que pour que le sable soit boulant, il faut que, étant sursaturé d'eau, il se trouve en quelque sorte en suspension dans l'eau; il prend sous eau un talus, ce qui n'est possible qu'à l'aide de sable impur, d'où sa grande mobilité, caractère essentiel du sable boulant.

Cette expérience nous porte également à dire que les grains de sable pur prennent une position d'équilibre instable.

Il y a déjà plusieurs années que j'avais constaté les faits que je viens de signaler, mais désirant les voir se confirmer par des expériences nouvelles sur nos sables bruxelliens, j'ai prié mon ancien collaborateur et ami, M. Zone, de me procurer un échantillon du sable qui, paraît-il, a tant gêné l'entrepreneur des bassins maritimes de Bruxelles dans l'application du mode d'exécution primitivement prévu pour la construction des murs de quai.

Après avoir réduit en poussière mon sable primitivement bien assé-

ché, j'ai rempli une éprouvette de 0l,110 de ce sable *non tassé*, j'y ai ajouté de l'eau avec tous les soins voulus; l'absorption totale a été de 0l,045, soit de 41 p. c. du volume primitif. Dans cet état, le sable n'était pas boulant. Pour le rendre boulant, il a fallu que j'y ajoute un volume d'eau de 0l,025, soit de 28.8 p. c., de sorte que mon sable contenait à l'état boulant 0l,070 d'eau, soit 63.6 p. c. de son volume primitif, et ce volume avait gonflé à 0l,115, soit de 4.5 p. c. seulement.

Ayant fait la même expérience avec le même sable, mais après l'avoir tassé naturellement, c'est-à-dire sans poussées, mais simplement par petits chocs répétés, j'ai constaté qu'un volume de 0l,167 non tassé a été réduit à 0l,133, c'est-à-dire de 20.3 p. c., qu'il y a eu une absorption d'eau pour obtenir l'état boulant de 0l,103, soit de 73 p. c. du volume de sable tassé et de 61.7 p. c. du volume de sable non tassé. Le gonflement obtenu a porté le volume du sable à 0l,170, soit 27.8 p. c. de son volume tassé et 1.8 p. c. (1) de son volume non tassé. (Le sable pur se tasse d'environ 11 à 13 p. c.)

On remarquera que ces deux expériences se contrôlent assez bien; les résultats ne sont pas identiques mais se rapprochent sensiblement.

J'ai procédé ensuite au lavage de ce même sable. Ce lavage a été très laborieux, tant étaient intimes le mélange de limon, de vase et de sable pur.

Toutes ces expériences sont assez délicates et demandent énormément de soins; elles pourraient sans doute être faites plus exactement par la méthode des pesées combinées à celles de la méthode par volumes; mais, quoi qu'il en soit, les résultats pourront varier suivant la nature des sables; aussi voudrais-je voir notre Société procéder elle-même à ces expériences et il est désirable que quelques-uns de nos membres dévoués puissent y présider.

Pendant cette opération, il m'a été extrêmement facile de constater à la fois le mouvement ascensionnel des particules de limon et de vase et le mouvement descendant des grains de sable. J'ai pu en conclure la confirmation de ce fait que j'ai déjà énoncé, que les particules de limon et de vase, faisant l'office de flotteurs, tendent à entraîner les grains de sable, à les soulever, et cela d'autant plus facilement que ceux-ci sont plus petits et que leur densité est moindre.

(1) Cette différence de 1.8 p. c. à 4.5 p. c. ne doit guère nous surprendre si l'on remarque que les expériences de tassement sont toujours différentes et qu'avec un même sable on peut obtenir des tassements complètement différents.

Partant de là, on peut donc affirmer que plus un sable est fin, plus facilement il peut se transformer à l'état boulant.

Enfin, pour terminer ces expériences, j'ai constaté que le volume du sable lavé avait été réduit à $0^l,065$, soit de 45 p. c. Ayant fait sécher ce sable, le volume n'a pas varié et a absorbé 43 p. c. d'eau; les vides étaient proportionnellement à peu près les mêmes dans le sable boulant sec que dans le sable pur.

Quant à la vitesse d'absorption d'eau, elle a été de 30 minutes pour une colonne de sable boulant sec de 110 millimètres de hauteur; la vitesse d'infiltration a donc été de $0^m,000.061$ par seconde; pour le sable pur, sec, traversant verticalement une colonne de 60 millimètres, cette vitesse a été de $0^m,000.67$ par seconde.

D'après Darcy (1), la vitesse de l'eau à travers le sable grossier serait de $0^m,0008$ par seconde, cette eau traversant verticalement la couche; mais si l'eau, au lieu de traverser verticalement le terrain, se trouvait devoir traverser un terrain disposé dans le fond d'une vallée, la vitesse peut être réduite à des fractions de millièmes de millimètre pour des sables fins.

Le sable qui a servi à cette expérience étant très fin, nous pouvons en conclure que pour le sable spécial qui nous occupe, nous sommes dans le vrai, que plus le sable est fin, malgré que ses vides soient en totalité plus grands, plus difficilement l'eau y pénètre.

Il est essentiel de ne pas confondre le sable boulant avec le sable entraînable; un courant d'eau entraîne tout. Cet entraînement ne dépend que de la vitesse du courant, et je dis que le sable boulant est un sable qui coule lorsqu'il est sursaturé d'eau, fût-il même à l'abri d'un courant d'eau de vitesse appréciable; le sable très perméable, très drainable, n'est pas boulant : il est entraînable.

Il serait assez aisé d'établir une limite entre les sables à l'état boulant et ceux à l'état non boulant, par exemple en déterminant son coefficient de perméabilité, mais cette étude nous conduirait trop loin et je me bornerai à ces quelques considérations.

A Anvers, lors de la construction des bassins Africa et America, j'eus à traverser des couches de sable de plusieurs mètres d'épaisseur; ces sables n'étaient pas boulants à proprement parler. Pourquoi? 1° Parce qu'ils se drainaient avec une très grande facilité; 2° parce qu'ils contenaient beaucoup de débris de coquillages qui rendaient leur glissement, leur roulement presque nul. Le drainage, dis-je, était très

(1) Voir dans Dupuit, *Du mouvement de l'eau au travers des terrains perméables*, p. 233.

rapide, et, en effet, après avoir établi un puits de drainage, descendu à la cote — 11, six mois après un épuisement continu (une pompe de 0,20 d'aspiration suffisait amplement), le terrain était complètement asséché; sur une étendue de près d'un kilomètre, toutes les fouilles étaient à sec et tous les puits avoisinant les travaux étaient privés d'eau.

Lorsqu'on arrive à faire abandonner au sable boulant une certaine quantité d'eau, il n'est plus boulant, et il serait intéressant de connaître, pour chaque nature de sable, la quantité d'eau en excès qui le rend boulant. Celle-ci varie, à n'en pas douter, suivant la nature et la composition des sables.

Mais, quoi qu'il en soit, le sable, n'étant plus à l'état boulant, constitue un excellent terrain pour l'établissement des fondations d'un édifice. On enlève au sable, par compression, son excès d'eau.

La définition du sable boulant implique que, pour que le sable soit boulant, il ne peut être emprisonné; c'est l'évidence même, attendu qu'arrêtant le courant d'eau qui peut le traverser, on enlève la raison qui le maintient à l'état boulant. Si donc j'emprisonne étroitement une surface de terrain, sable boulant, et que je bâtis sur ce terrain ainsi emprisonné, que va-t-il se passer? Si le poids de ma bâtisse est considérable, je produirai une pression suffisante pour en exprimer l'eau en excès, et en même temps que cette eau sera exprimée une partie des éléments vaseux qui composent mon sable; les grains de sable vont prendre une position telle que les vides seront réduits à un minimum, les parties vaseuses, limoneuses ayant été entraînées, la nature du sable sera modifiée, son état boulant sera diminué. Si donc, à un moment donné, après que ma bâtisse aura obtenu son poids maximum, j'enlève l'obstacle qui empêchait mon sable de « bouler », je rétablirai le terrain dans sa situation primitive, et la partie du sable sur laquelle repose mon édifice ne pourra plus devenir à l'état boulant alors que tout le sable qui l'entoure est boulant : j'aurai des fondations parfaitement assises.

Pour enlever au sable l'état boulant, de quel poids par centimètre carré et par mètre de hauteur faut-il qu'il soit comprimé? Je l'ignore. Les expériences seraient faciles à faire en laboratoire. Mais, quoi qu'il en soit, nous savons déjà qu'il en est ainsi, parce que l'expérience nous a démontré notamment que plusieurs édifices à Bruxelles, établis sur des sables boulants, se maintiennent dans un parfait état d'équilibre.

Quelle est l'inclinaison d'un talus de sable boulant; ne peut-on déterminer si un sable est boulant rien qu'en examinant l'inclinaison

de ce talus? Je pense que oui, et disons immédiatement qu'un sable est d'autant plus boulant que le talus qu'il prend est plus incliné. Nous savons que certains sables s'étendent en nappes presque horizontales, et l'on sait que dans semblables terrains il est absolument impossible de creuser une tranchée, à moins qu'on ne la creuse sous eau, l'eau formant contre-pression ou, mieux, annulant la vitesse de l'eau contenue dans le sable. Ce courant étant annulé, le sable n'est plus entraîné, il n'est plus à l'état boulant. C'est ce qui peut se produire dans la construction d'un canal. Mais si je charge les berges de ce canal, je vais par cette pression rétablir mon sable à l'état boulant, mes berges ne tiendront plus, car mon sable va couler, et cet effet est tellement considérable que, vu le peu de compressibilité du sable, il se produira par des charges bien éloignées des rives.

Aussi, tous les travaux de canaux établis dans semblables terrains sont-ils d'un entretien coûteux, et cependant le moyen de rendre ces talus stables n'est pas bien compliqué : empêchez le sable de couler, c'est-à-dire isolez les berges du canal de manière que les sables à l'arrière ne puissent plus être entraînés jusqu'à lui et votre canal sera en état d'équilibre stable; j'indiquerai plus tard le moyen d'y arriver, et l'on verra qu'il n'est pas bien onéreux, d'autant plus qu'il ne sera nécessaire de l'établir que d'un côté du canal, soit à l'amont de la pente du terrain sur lequel repose le sable.

Comme conclusion de l'examen que je viens de faire, on peut affirmer que le sable pur ne peut être rendu boulant ; il lui faudrait pour cela un grain tout au moins très arrondi, et on le trouve rarement dans la nature à cet état.

Je crois devoir faire observer ici que certains sables peuvent être coulants, notamment lorsqu'ils sont fortement asséchés, et ne pas être boulants. Leur composition est essentiellement différente des premiers : les grains du sable coulant glissent les uns sur les autres et ne roulent pas. Le sable coulant peut ne pas être vaseux, il est en général coquillier. Enfin, le sable coulant peut l'être à l'état sec et ne pas l'être à l'état mouillé, l'eau faisant adhérer les grains entre eux.

Revenant au sable boulant, nous disons que moins il est pur, moins il est perméable; la vase et l'argile venant remplir les vides laissés entre ses différents grains étant moins perméables, il faut souvent un temps très long pour son asséchement.

Mouvement de l'eau dans les sables. — L'eau contenue dans les terrains perméables circule dans le sens de la pente du terrain imperméable sur lequel ils reposent : ces terrains sont toujours sursaturés d'eau.

Le mouvement de cette eau peut se comparer au mouvement permanent ordinaire. On peut le considérer comme se produisant au travers d'une infinité de petits tubes, ou drains naturels, qui restent dans leur position normale aussi longtemps qu'on ne vient pas troubler leur position d'équilibre. Plus ces drains seront grands, plus la vitesse de l'eau sera grande; on peut en conclure que plus le sable sera pur, sans mélange de matières ténues, plus rapidement le sable pourra s'assécher, et nous avons vu, il y a un instant, combien cette vitesse diffère dans le cas de l'eau traversant verticalement une couche de sable vaseux.

Drain artificiel. — Si dans les terrains perméables j'établis un drain artificiel, il est de toute évidence que l'eau réunie dans ce drain aura une vitesse plus grande que celle des filets d'eau courant au travers de ces terrains. Le drain forme un vide relatif dans la masse des sables. L'eau étant entraînée par le vide, il y a drainage. L'entraînement de l'eau contenue dans le sable est plus rapide au fur et à mesure qu'elle se rapproche du drain, qui joue dans l'espèce le rôle d'un véritable aimant. Cette vitesse se représente par des courbes paraboliques (fig. 1) qui varient suivant chaque espèce de sables, mais qui pourraient se

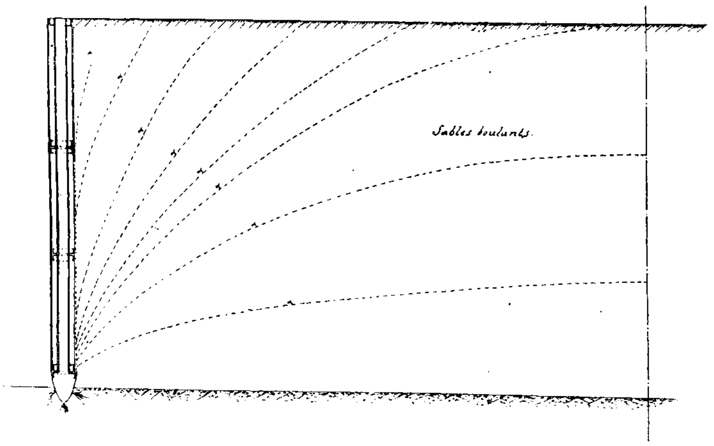


Fig. 1.

déterminer assez exactement si l'on connaissait leur composition et, partant, les coefficients de résistance à l'écoulement. Nous savons, en effet, que la vitesse est proportionnelle à la charge et en proportion inverse de l'épaisseur des couches à traverser; pour certains sables, la vitesse n'atteint même que des fractions de millièmes de millimètre par seconde, pour le sable traversé par l'eau avec une faible pente du terrain.

Drainabilité des terrains sableux. — On peut conclure de ce qui vient d'être dit, que tout terrain aquifère est drainable, mais qu'il faudra à tel terrain, pour être asséché, un temps d'autant plus long que les pores du terrain sont plus petits, et l'on peut ajouter logiquement, que si les étendues de terrain sont grandes, certains terrains sableux peuvent paraître indrainables. Un simple exemple va nous le démontrer. Supposons que nous ayons à drainer une couche de sable très fin sur une longueur de 1 kilomètre et supposons que la vitesse des eaux à travers semblable terrain soit de $0^{m},000.005$ par seconde. Pour que l'eau arrive au drain, il lui faudra, avant d'avoir parcouru cette distance de 1 kilomètre, 1 000 : 0,000,005 = 200 000 000 secondes, soit 2 315 journées ou 6 ans 4 mois.

Un appareil très simple, représenté ci-dessous, pourrait nous servir à déterminer la vitesse de l'eau au travers des terrains perméables en se rapprochant autant que possible de ce qui se passe dans la nature.

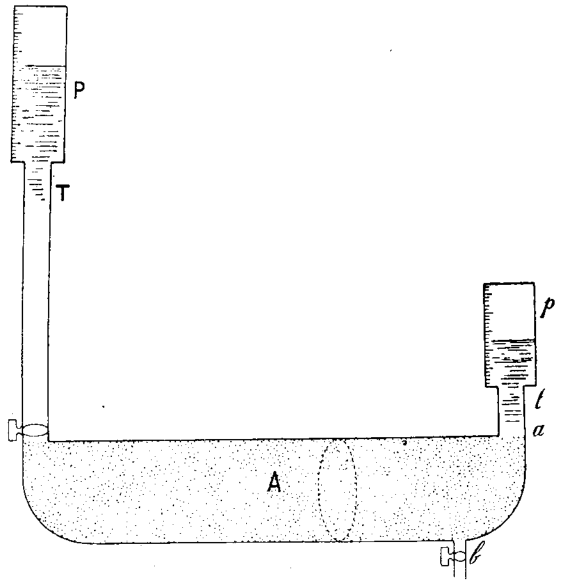


Fig. 2.

Supposons que nous ayons rempli la partie cylindrique *A* de sable non tassé sec. Introduisons de l'eau par le tube *T*; la quantité d'eau introduite sera mesurée; par la partie jaugée *P*, on pourra déterminer l'absorption par seconde et par conséquent on connaîtra la vitesse de l'eau au travers de la colonne horizontale de sable au moment où celle-ci viendra se montrer au point *a*.

Si l'on continue l'expérience, en raison de la charge d'eau de la colonne *T*, ce sable prendra un excès d'eau qui pourra être, à un moment donné, une quantité égale à celle contenue dans le sable boulant, et à tout moment, par l'expérience, que nous devons à M. Marboutin, à l'aide de la fluorescéine, nous pourrons déterminer la vitesse de l'eau au travers de la colonne de sable que nous avons prise comme expérience.

Quant aux dimensions à donner à l'appareil, il faudrait, pour avoir une très grande approximation de ce qui se passe dans la nature, donner au moins 1 mètre de longueur au tube horizontal *A* et un diamètre d'au moins $0^m,20$; la colonne *T* aurait également 1 mètre de hauteur; la colonne *t* serait le plus petite possible.

A l'aide du même appareil, on pourrait également déterminer le degré de perméabilité : il suffirait de laisser en *b* une ouverture par laquelle s'écoulerait l'eau drainée.

Ceci exposé, on conçoit que pour drainer un terrain aquifère dans lequel on veut établir une construction quelconque, il sera avant tout utile de circonscrire le terrain à drainer dans des limites étroites, d'autant plus étroites que le terrain sera moins perméable. Ce drainage doit pouvoir se faire économiquement et surtout rapidement. C'est la solution de ce problème que je vais avoir l'honneur de vous soumettre.

Pour fixer les idées, j'admettrai que nous ayons à établir un aqueduc dans un terrain de sables boulants. Il y aura lieu de circonscrire les deux parois de cet aqueduc entre deux drains.

Établir un drain dans semblables terrains est un problème pour ainsi dire insoluble par les moyens qui ont été employés jusqu'à ce jour; des travaux de l'espèce ont même dû être abandonnés. Je rappellerai à ce sujet le drain qui fut établi sous les radiers du voûtement de la Senne à Bruxelles; ce drain coûta, si ma mémoire m'est fidèle, plus de 100 francs le mètre, alors qu'il n'était placé qu'à 1 mètre de profondeur; de plus, son curage, nécessité par des ensablements continuels, était également dispendieux et vicieux : il se faisait très imparfaitement à l'aide d'une corde à nœuds à laquelle on donnait journellement un mouvement de va-et-vient. (Je note ici, comme exemple de ce que j'ai dit plus haut, que ces travaux sont établis sur du sable boulant et qu'ils tiennent parfaitement bien.) Le système que je mets en avant a pour but de simplifier l'établissement des drains, quelle que soit l'épaisseur des couches aquifères, et, partant : 1° de diminuer leur coût dans d'énormes proportions; 2° de rendre toujours possible des constructions de maçonneries dans ces terrains.

Description. — Je construis une palplanche en fer de plusieurs mètres de longueur, creuse (fig. 1) et ouverte à sa partie supérieure. A sa partie inférieure est ménagée une poche percée de trous, qui reçoit l'eau par un tuyau (*t*), sous pression d'une pompe foulante. L'une des parois de cette palplanche, celle du côté de l'ouvrage à construire, est percée de trois trous lorsqu'il s'agit de sables grossiers, ou d'une toile métallique pour les sables fins, toile dont les mailles pourront du reste varier suivant la nature des sables à drainer; la paroi extérieure sera pleine. La partie ajourée de la palplanche sera établie sur les deux tiers environ de sa hauteur. La palplanche aura une hauteur au moins égale à la couche de sable à drainer; mieux vaudra toujours la faire descendre jusqu'au terrain consistant afin d'éviter la venue des sables par suite des sous-pressions.

Drainage. — Voici maintenant de quelle manière s'opérera le travail du drainage.

Les palplanches drains s'établiront de chaque côté et le long de l'ouvrage à construire de manière que les maçonneries ne viennent pas à les toucher et qu'on puisse, une fois l'ouvrage terminé, les retirer, comme nous le verrons plus loin.

Leur enfoncement se fera par injection d'eau dans la poche inférieure; des poids artificiels seront établis à la partie supérieure de la palplanche; plus la pression d'eau injectée sera forte, plus les charges qu'on emploiera seront grandes, plus facile et plus rapide sera l'enfoncement et, d'autre part, plus large pourra être la palplanche.

Le dessin nous montre une palplanche (fig. 3) de 8 mètres de lar-

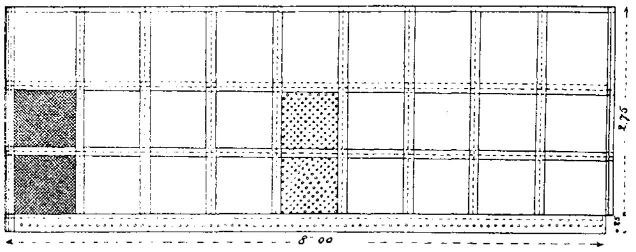


FIG. 3.

geur. J'estime qu'il faudra pour son enfoncement, c'est-à-dire pour donner au terrain toute la fluidité voulue, une pression d'eau de 3 à 4 atmosphères et un poids de 1 000 kilogrammes par mètre.

Pour éviter de trop grandes dépenses, soit pour réduire autant que possible le nombre des puisards de captage des eaux, que l'on pourra

aisément établir par mon système de fonçage de puits par injection, il y aura lieu de diviser la longueur du terrain à drainer en sections, en donnant à chacune d'elles une longueur d'au moins 30 à 50 mètres. Les palplanches seront enfoncées par séries les unes à la suite des autres. Pour assurer la liaison d'une palplanche à l'autre et pour que le drain soit continu, j'établis un joint comme l'indique la figure 4; au lieu de fer pour les tôles prolongées (*m*), on pourra, pour avoir une jonction plus parfaite, remplacer celles-ci par des tôles minces d'acier légèrement recourbées à leur extrémité et formant ressort. Les sables qui seraient emprisonnés dans l'espace L compris entre deux palplanches consécutives pourront s'enlever à la sonde ou à la cuillère. A l'aide d'injections d'eau et s'aidant de grattoirs maniés du haut de la palplanche, on pourra faire évacuer les sables et vases qui auraient été entraînés dans le drain vers le puisard établi à son extrémité. Les deux drains seront réunis soit à un puisard pour chaque drain ou à un puisard unique pour les deux drains. Les eaux recueillies dans les

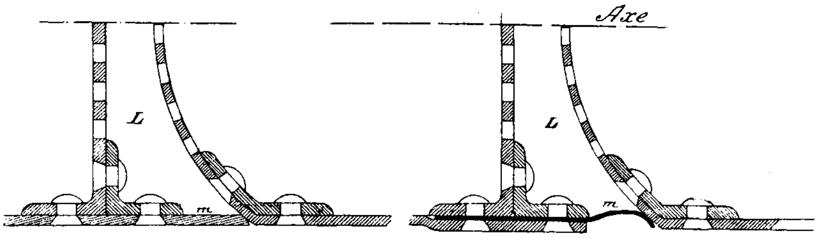


FIG. 4.

puisards seront épuisées à l'aide d'une pompe rotative; je dis rotative, parce que les eaux étant nécessairement chargées de sable et de vase, ces pompes conviennent mieux que les pompes à piston, dont l'usure serait trop rapide.

Quant à l'objection qui pourrait être faite, de ce que les sous-pressions sont toujours à craindre, elle ne peut avoir de valeur que pour autant que les palplanches n'atteindraient pas le terrain consistant; dans tous les cas et pour éviter toute surprise, on aura toujours soin, au fur et à mesure de l'enlèvement des derniers déblais, de charger le terrain par de larges dalles plates qu'on pourra recharger d'autres pierres au besoin; celles-ci s'enlèveront au fur et à mesure de la construction.

Le travail terminé, il sera aisé d'enlever les palplanches drains en rétablissant l'injection d'eau telle qu'on l'avait fait pour l'enfonce-

ment; l'arrachement se fera soit par une grue puissante, soit à l'aide de verins.

Pour déterminer la longueur à donner aux palplanches, il sera utile de déterminer, au préalable, par des sondages, quelle est l'épaisseur des couches de sable à drainer, soit de connaître le profil de la surface du terrain sur lequel elles reposent.

Le travail de drainage devra commencer par l'aval, de manière à assurer toujours un bon écoulement des eaux de drainage.

L'aqueduc établi, le terrain va se retrouver dans sa position d'équilibre primitive, il contiendra un corps dur, qui sera soumis dans tous les sens à des pressions uniformes, absolument comme celles dues à un véritable fluide. La partie inférieure du terrain, celle sur laquelle l'ouvrage repose, a perdu sa fluidité, et si elle l'a conservée, c'est que l'ouvrage se trouve dans la situation d'un bateau qui flotte, sans entraînement possible cependant.

Revenant maintenant à ce que j'ai déjà dit par rapport à la possibilité d'empêcher le sable de couler lorsqu'il s'agit de la construction d'un canal, j'enfoncerai le long des berges une série de palplanches en fer par le même système d'enfoncement que celui pour le drainage; leurs parois seront pleines et je les remplirai de béton ou simplement d'argile bien tassée. Au lieu de les faire en fer, je pourrais les construire en béton, armées par exemple de métal déployé. Ce système très économique se trouve décrit dans mon mémoire sur un nouveau système de fondations pour terrains sablonneux et aquifères, dont j'ai l'honneur de remettre un exemplaire à la Société pour ceux que la chose pourrait intéresser.

M. le *Président* remercie M. *Casse* de son intéressant exposé, qui nous a fait connaître le résultat de ses longues expériences.

Cette communication contient une quantité de faits et de données qui demandent à être étudiés à loisir. Il propose, en conséquence, d'en remettre la discussion après l'impression. — *Adopté.*

M. le *Secrétaire général* exprime cependant le désir d'obtenir quelques renseignements au sujet de l'expérience permettant de déterminer la faible vitesse de la circulation de l'eau dans les sables boulants et préconise, à cette fin, des vérifications par l'emploi de la fluorescéine et du fluoroscope Trillat-Marboutin. Éventuellement, il demande à être avisé des expériences de ce genre que l'un ou l'autre de nos collègues pourrait être amené à exécuter dans les sables et met à la disposition

des expérimentateurs le fluoroscope Marboutin, dont il a fait récemment l'acquisition.

M. *Casse* renvoie aux travaux de M. *Darcy* pour tous les détails et renseignements précis relatifs à la question de vitesse de translation de l'eau dans les sables.

Il s'agit du livre intitulé : *Fontaines de Dijon*, et, faute de cet ouvrage, on peut trouver mention des expériences de M. Darcy dans l'ouvrage de M. Dupuit, publié sous le titre : *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux.*

M. le *Secrétaire général* donne lecture des deux notes ci-après, respectivement envoyées par les auteurs :

NOTE

SUR

LE SABLE BOULANT

par **DEBAUVE**
Ingénieur en chef du département de l'Oise, à Beauvais.

Le sable boulant est caractérisé par la finesse de ses éléments, qui se tiennent facilement en suspension dans l'eau et qu'entraîne le moindre courant.

Alors que le gros sable et le gravier offrent un crible à l'eau cheminant à faible vitesse, le sable très fin s'y mélange intimement et forme avec elle un fluide particulier.

C'est surtout quand une eau ascendante vient au jour en traversant un dépôt de sable que l'effet est sensible; c'est ainsi qu'on trouve, par exemple, dans le Tongrien à l'Ouest de Paris, des sables où existent des *mollières,* produisant en petit le phénomène de l'enlisement bien connu sur les plages du mont Saint-Michel; une source de fond, en général peu abondante, se dégage en bouillonnant au milieu du sable qu'elle entraîne, le liquide s'épanche difficilement, le sable détrempé occupe un cône de diamètre plus ou moins grand; des bestiaux s'y enlisent parfois et les enfants courent quelque danger lorsqu'ils s'en approchent.

L'eau en mouvement est nécessaire au phénomène; car, dans l'eau tranquille, la bouillie de sable se clarifie assez rapidement et le sable se dépose.

Le sable qui se dépose est résistant, et si on le laisse sécher à l'air, il devient dur; nous avons des témoins de sondages effectués il y a plus de vingt ans dans les sables du Soissonnais et de Bracheux, qui ont pris une grande dureté dans les compartiments de la caisse en bois qui les contient, mais qui, plongés dans un verre d'eau, s'y délitent en un instant et forment une bouillie fluide à la moindre agitation; le sable en suspension se dépose assez rapidement, on remarque une légère couche vaseuse à la surface du dépôt.

Nous avons dressé la coupe en travers des sondages effectués avec le concours de M. Léon Dru, il y a vingt ans environ, pour les études du canal du Nord, section de Ham à Noyon; cette section devait passer du bassin de la Somme dans le bassin de l'Oise au col de Rouvrel, près Guiscard; c'est de ces sondages que proviennent les témoins de sables boulants dont nous parlons plus haut et qui ont été conservés.

Lorsque la sonde atteignait certaines couches de sable, elle éprouvait des enfoncements brusques indiquant la présence d'un courant souterrain; il y a même eu, dans quelques trous, des ascensions artésiennes du niveau de l'eau.

Cette section du canal n'a pas été construite, mais on vient d'en reprendre l'étude; nous avions projeté au col, dont le profil est joint en manuscrit à cette note, une tranchée de 28 à 30 mètres de profondeur très évasée; elle eût présenté en exécution d'énormes difficultés; nous avions pensé qu'avant de l'entreprendre, il eût été préférable d'établir une galerie de mine dans la craie, au-dessous du plafond, pour assécher lentement la masse à l'aide de sondages verticaux pénétrant jusqu'à la galerie. Il est certain que le maintien de ces canaux verticaux eût lui-même exigé bien des précautions; on sait, en effet, combien il est difficile d'assurer le fonctionnement des tubes filtrants placés dans les sables fins pour en recueillir les eaux. Dans le nouveau projet à l'étude, on se demande s'il ne vaudrait pas mieux abandonner la tranchée et la remplacer par un tunnel ouvert par congélation.

Cependant, comme la masse de sablé à traverser sous l'argile plastique est du sable de Bracheux qui semble peu aquifère, il y a des chances pour que l'assainissement et l'assèchement par drainage réussissent, surtout si la fouille est menée avec méthode et lenteur.

Les sables de cette nature ont donné de grandes difficultés au tunnel

du bief de partage du canal de l'Oise à l'Aisne; on a trouvé des sables fluides à la calotte du souterrain et l'on ne pouvait y ouvrir la galerie d'avancement sans les avoir au préalable assainis; comme ces sables reposaient sur une épaisse couche d'argile, l'entrepreneur a cherché à percer des galeries auxiliaires dans l'argile en enfonçant des pieux de bas en haut pour écouler l'eau des sables supérieurs. On s'est heurté à d'énormes difficultés; il fallut recourir à l'établissement de galeries par l'air comprimé et surmonter bien des accidents, dont le plus grave fut l'asphyxie d'une équipe d'ouvriers, asphyxie produite par le gaz de la combustion des lignites. (Voir deux notices insérées dans le volume des documents présentés par M. le Ministre des Travaux publics à l'Exposition de 1889.)

NOTE

SUR

LE SABLE BOULANT

par M. PIERRET

Ingénieur des ponts et chaussées à Compiègne.

On peut, à mon avis, définir le sable boulant en disant simplement que c'est *du sable fin imprégné d'eau.*

L'expression « boulant » n'est pas, en effet, un terme scientifique; elle ne s'applique pas à une composition chimique définie ou à un étage géologique déterminé; c'est simplement un terme de chantier par lequel on désigne le sable qui, entraîné par l'eau de la nappe souterraine, envahit les fouilles dont le fond est au-dessous du niveau de cette nappe.

Il faut, par conséquent, deux éléments pour constituer le sable boulant : du sable fin et de l'eau imprégnant ce sable.

Il nous arrive fréquemment, trop fréquemment à notre gré, d'avoir affaire à ces deux éléments réunis dans les travaux du service de la navigation entre la Belgique et Paris.

Le sable boulant, contre lequel nous avons à lutter, appartient soit à l'étage géologique des *sables nummulitiques du Soissonnais* qui sont

superposés à l'*argile plastique*, soit plus fréquemment aux *sables de Bracheux* qui sont au-dessous de l'*argile plastique* et qui reposent directement sur la craie.

Les sables du Soissonnais sont ordinairement fauves ou gris verdâtre, calcaires ou quartzeux, micacés et parfois glauconieux.

Les sables de Bracheux de cette région sont micacés, légèrement argileux, parfois très glauconieux et dans ce cas verdâtres; lorsque la glauconie manque ou n'est pas abondante, ces sables sont jaunes ou gris.

Les fouilles que nous préparons, en ce moment même, pour les fondations des nouvelles écluses de Tergnier, du canal de Saint-Quentin, sont ouvertes dans la masse des sables de Bracheux.

Le sable boulant est toujours la source de sérieuses difficultés sur les chantiers; mais il est particulièrement redoutable lorsque, et c'est le cas des travaux que nous exécutons en ce moment, il s'agit d'ouvrir des fouilles contre d'anciens ouvrages (écluses) qui doivent être maintenus en service pendant l'exécution des travaux.

Si l'on procède par voie d'épuisements et si l'ouvrage existant n'est pas étanche (c'est le cas général), le sable est entraîné par l'eau qui, provenant dudit ouvrage, se rend au puisard des pompes, des affouillements se produisent et de graves accidents sont à craindre.

Les procédés ordinaires de boisage n'arrêtent pas le sable boulant qui, mélangé à l'eau, *coule* par les interstices les plus étroits. Il faut recourir à d'autres moyens.

La définition que j'ai donnée plus haut en indique tout d'abord un qui consiste à s'affranchir de l'un des deux éléments qui constituent le sable boulant : l'eau. Lorsque le sable boulant n'est pas très aquifère, on peut parfois parvenir à l'assécher, et ce sable, rendu sec, devient très dur et même imperméable.

Nous recourons à ce moyen sur nos travaux, partout où il peut être mis en œuvre, en creusant, à l'avance, dans le sol où nous voulons travailler, un puisard dont le fond est descendu à $1^{m},50$ environ en contre-bas du niveau que doit atteindre le fond de la fouille et qui nous permet, à l'aide de pompes, d'assécher le terrain. Ce résultat obtenu, on peut, à la condition de ne pas laisser remonter le niveau de la nappe, travailler en toute sécurité.

Lorsque ce procédé n'est pas applicable, il faut recourir à l'air comprimé, avec lequel le succès est certain mais coûteux. Je ne parle pas du procédé de congélation qui ne semble pas applicable dans nos travaux.

M. le *Secrétaire général* a reçu de M. *Feret*, chef du laboratoire des ponts et chaussées de Boulogne-sur-Mer, une lettre dont la lecture, dit-il, réclamerait quelques commentaires et la reproduction au tableau de quelques-uns des croquis que renferme cette lettre.

En l'absence de l'auteur, M. le capitaine du génie *Rabozée* veut bien se charger d'exposer et commenter en séance quelques passages de la lettre envoyée par M. Feret. La rédaction ci-dessous en est extraite pour le procès-verbal.

Extraits d'une lettre de M. Feret, chef du laboratoire des ponts et chaussées de Boulogne-sur-Mer, au sujet d'expériences sur les sables.

Première partie.

Dans la première partie de sa lettre, M. Feret résume comme il suit les résultats de diverses expériences qu'il a faites :

1° Quand on pulvérise de plus en plus finement une même matière (par exemple du ciment), les compositions granulométriques (1) des poudres obtenues successivement sont les mêmes que si les plus gros grains disparaissaient seuls, la partie la plus fine conservant sensible-

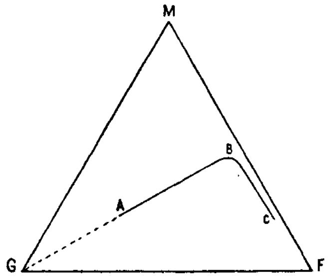


Fig. 1.

ment la même composition jusqu'à ce que les particules les plus grosses qu'elle contient soient attaquées à leur tour. Autrement dit : *a*) Le lieu géométrique des points représentatifs des diverses poudres brutes obte-

(1) Voir *Compacité des mortiers hydrauliques.* (Annales des ponts et chaussées de France, juillet 1892, ou Bull. de la Soc. belge de Géol., 1901.) Procès-verbal de la séance du 30 avril 1901.

nues, à mesure que la finesse augmente, est une ligne telle que A B C (fig. 1) (1); b) Si l'on supprime dans chaque poudre les grains représentés par le sommet G du triangle et que, avec deux nouveaux tamis, on sépare la poudre restante (mélange de M et de F) en trois nouvelles grosseurs plus fines G', M', F', toutes les poudres qui correspondaient à la branche A B ont sensiblement le même point représentatif dans le nouveau diagramme, alors que celles de la branche B C s'en écartent plus ou moins, suivant une nouvelle courbe analogue à la courbe A B C du premier.

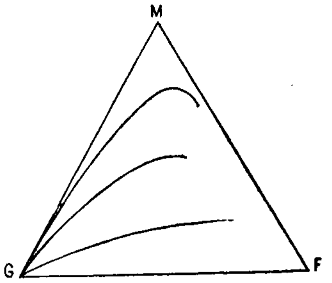


Fig. 2.

2° Si, au lieu de poudres très fines, on considère des ensembles de grains de grosseurs analogues à ceux des sables, par exemple les sables obtenus après des nombres croissants de coups de pilon donnés à une même manière initiale, la brisure en B est moins accentuée et l'on a, suivant la matière étudiée, des courbes telles que celles de la figure 2.

3° Pour un certain nombre de matières variées, M. Feret a déterminé les compositions granulométriques des sables obtenus après un même nombre de coups de pilon. Ces points sont répartis sans ordre dans le triangle.

4° M. Feret a déterminé les compositions granulométriques de nombreux échantillons de sable grenu prélevés en différents points d'une plage d'environ 2 kilomètres d'étendue. Ces compositions sont très variables, mais, quand on fait des moyennes par région, on constate que tous les sables peuvent être considérés comme étant des mélanges de deux mêmes sables à grains de toutes grosseurs, le premier où prédominent les gros grains, le second, riche surtout en grains fins et dont les proportions relatives varieraient d'une manière continue d'une extrémité à l'autre de la plage.

(1) La courbe ABC de cette figure a été mal rendue par le dessinateur qui a interprété les croquis de M. Feret, inclus dans sa lettre. L'allure de cette courbe est de beaucoup trop anguleuse en B.

5° Détermination des vides dans divers ensembles de grains bien secs, de grosseurs uniformes, tassés par secousses sans compression :

(d'après la formule : $\text{Vides} = 1 - \frac{\text{Poids de l'unité de volume apparent}}{\text{Poids spécifique}}$)

Plomb de chasse. . .	Grains d'environ $2^{mm},5$ de diamètre. . .	0,36
	Grains d'environ $3^{mm},6$ de diamètre. . .	0,39

Sable quartzeux moulu : 0,43 à 0,44, quelle que soit la dimension des grains, sauf 0,46 pour la poussière passant au tamis de 4 900 mailles (1).

6° Vides dans des mélanges à sec, non tassés et tassés à refus, d'un même ciment ajouté en diverses proportions à des sables à grains de grosseur uniforme pour chacun, mais variable de l'un à l'autre.

Résultats très complexes et d'où ne ressort aucune conclusion bien intéressante.

7° Appréciation numérique de la forme plus ou moins irrégulière des grains de sable d'après le *diamètre moyen* des grains compris entre deux tôles perforées à trous de diamètres voisins.

Plus la forme des grains d'un sable est régulière et arrondie, plus est grand le volume de chacun des grains restant entre deux tôles données. On peut donc, dans une étude théorique des sables, définir, dans une certaine mesure, la forme des grains restant entre deux tôles de diamètres voisins donnés, par le rapport du diamètre moyen de ces grains (diamètre d'une sphère de même volume) à la moyenne des diamètres des trous des deux tôles.

Cette opération a été faite pour des sables à grains de différentes formes.

8° Définition des grosseurs élémentaires des grains des sables et graviers. Depuis son mémoire sur la *Compacité des mortiers*, M. Feret a modifié la définition des grosseurs de grains, en substituant aux tamis en toile métallique, difficiles à définir exactement, des passoires en tôle perforée, dont les trous, égaux et circulaires, ont les diamètres suivants :

Cailloux : Morceaux restant sur la passoire à trous de 20^{mm} de diamètre;

Pierrettes : Morceaux traversant la passoire de 20^{mm} et retenus par celle de 10^{mm};

Grains : Grains traversant la passoire de 10^{mm} et retenus par celle de 5^{mm}.

Sable proprement dit	Gros grains (G)	trav. la pass. de	5^{mm}	et retenus par celle de	2^{mm}.
	Grains moyens (M)	—	2^{mm}	—	$0^{mm},5$.
	Grains fins (F)	—	$0^{mm},5$		

(1) Pour les mélanges sableux contenant des grains de toutes grosseurs, voir *Compacité des mortiers hydrauliques* (fig. 26 à 29, 40 et 41).

Deuxième partie.

Dans la seconde partie de sa lettre, M. Feret signale un dispositif qui, à première vue, lui paraît pouvoir rendre des services pour l'étude expérimentale du mouvement de l'eau à travers les sables. Il ne l'a pas appliqué et pense que l'appareil et le programme d'essai qu'il indique devraient sans doute être modifiés plus ou moins en cours d'expérience, suivant les résultats obtenus. La figure 3, qui représente schématiquement ce dispositif, est suffisamment explicite.

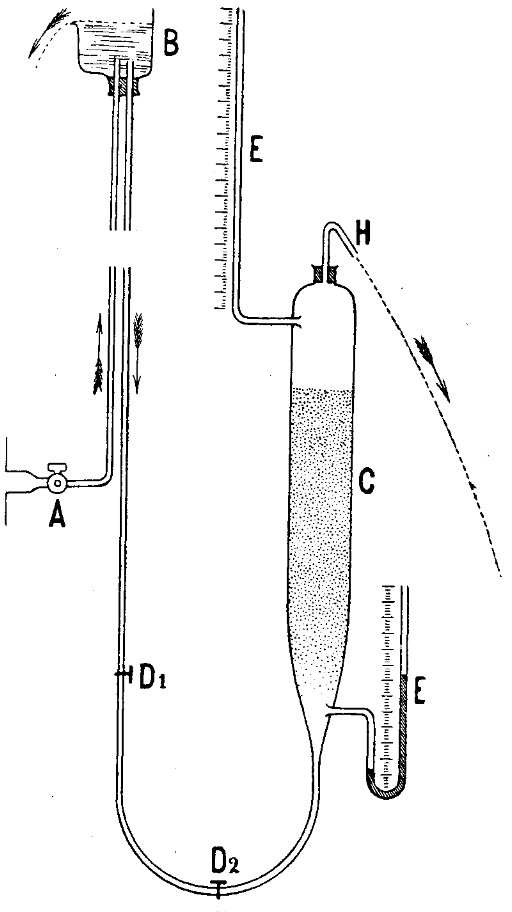


Fig. 3.

A. Prise d'eau.
B. Niveau constant.
C. Tube cylindrique contenant le sable.
D_1. Robinet de réglage } ou pinces à vis serrant le caoutchouc.
D_2. Robinet d'arrêt }
E, E. Tubes piézométriques indiquant la pression de l'eau avant et après la colonne de sable.

Quand on fait circuler l'eau avec une vitesse donnée, l'eau qui s'écoule en H entraîne d'abord les particules les plus fines du sable (plus ou moins fines suivant la vitesse), puis passe claire, et il s'établit dans le tube C un régime stable. On peut alors chercher quelle relation existe, pour un sable donné, entre : 1° la vitesse de l'eau (à condition qu'elle ne dépasse pas la vitesse initiale, de sorte qu'il n'y ait pas entraînement de nouveaux grains fins); 2° la hauteur de la colonne de sable; 3° la différence de pression au-dessus et au-dessous de cette colonne. Puis, on n'a qu'à répéter l'expérience pour des sables de formes et de compositions granulométriques différentes. Il serait aussi, sans doute, intéressant d'opérer avec un tube C en bois ou en métal, muni latéralement de registres que l'on fermerait après interruption du courant, longtemps maintenu au préalable, de manière à séparer la colonne reposée en tranches dont on déterminerait ensuite les compositions granulométriques.

Enfin, on pourrait encore disposer le tube C horizontalement, après l'avoir rempli de sable, et répéter les mêmes expériences (fig. 4).

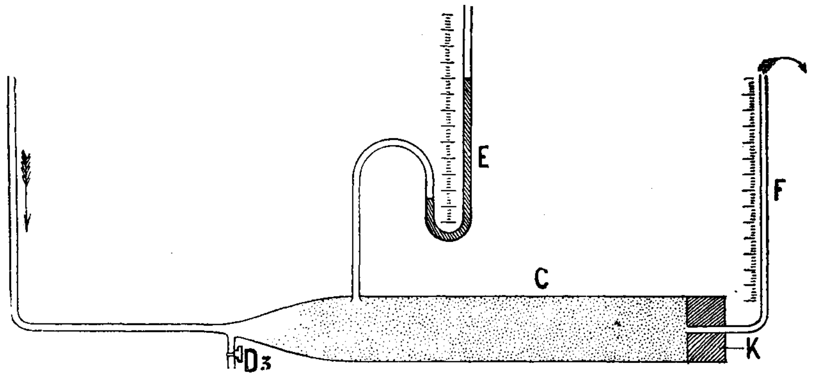


FIG. 4.

D_3. Robinet purgeur.
E. Tube piézométrique.
F. Tube déversoir plus ou moins haut pouvant en même temps servir de tube piézométrique, si l'écoulement n'est pas trop rapide.

En outre, après interruption du courant, on supprimerait toute pression et contre-pression en ouvrant le robinet D_3 et enlevant simultanément le tube F, puis on enlèverait le bouchon K et l'on verrait s'il s'éboule plus ou moins de sable par l'orifice ainsi formé. On pourrait d'ailleurs répéter la même expérience en maintenant au-dessus de D_3 une certaine pression d'eau.

M. Feret croit en outre devoir attirer l'attention de la Commission du boulant sur la nécessité de définir exactement ce qu'on doit entendre par argile. On lui a présenté plusieurs fois des sables plus ou moins terreux, paraissant à cause de cela devoir mal convenir à la fabrication des mortiers, en lui demandant d'y doser l'argile. Or, si l'on applique la méthode indiquée par Schlœsing (*Encyclopédie chimique*, t. X; *Contribution à l'étude de la chimie agricole*, p. 83), on n'y trouve que des proportions tout à fait infimes de cette substance.

M. *M. Mourlon* fait la communication suivante :

QUELQUES MOTS SUR LE « BOULANT »

A PROPOS DU

PROJET DE JONCTION DES GARES DU NORD ET DU MIDI

A BRUXELLES

PAR

MICHEL MOURLON

La question du « boulant », à laquelle notre Société a eu l'heureuse inspiration de consacrer exclusivement plusieurs séances, est peut-être celle qui permet le mieux de préciser le rôle de notre Société et de faire disparaître les malentendus, comme celui qui s'est produit encore tout récemment à l'occasion d'une communication relative à un projet d'alimentation en eau potable de la ville de Tournai.

Nous avons le droit et même le devoir d'entrer dans le plus grand détail des questions scientifiques que comportent les projets tels que celui auquel il vient d'être fait allusion. Mais si nous sommes souvent les mieux préparés par nos études spéciales pour donner un avis compétent sur ces questions, il ne s'ensuit pas qu'en tant que Société nous ayons à remplir un rôle consultatif. Celui-ci, entraînant de grandes responsabilités, ne peut être attribué qu'à des personnalités se trouvant en mesure de les accepter, tant par suite de leurs connaissances et de leur situation spéciales que de l'outillage dont elles doivent souvent

pouvoir disposer. En résumé, nous ne sommes point un bureau de consultation gratuite, comme il en existe pour les sciences médicales, mais bien une espèce de « forum » scientifique où l'on peut discuter en toute liberté et en toute franchise les questions scientifiques qu'entraînent certains grands travaux d'utilité publique, comme celui du projet de jonction, en partie souterraine, des gares du Nord et du Midi, à Bruxelles.

Le terrible « boulant », si redouté, et pour cause, des entrepreneurs et même des géologues, lorsque dans leurs travaux de levés ils ne sont pas munis d'appareils spéciaux pour en triompher; ce fléau, dis-je, a donné lieu dans ces derniers temps à de très intéressantes discussions, tant dans la presse qu'à la Chambre des Représentants et surtout au sein de notre Société.

Pour celle-ci, nous avons à enregistrer des communications d'un réel intérêt, et loin de condamner les hardiesses de quelques-unes de leurs conclusions, j'estime qu'il y a lieu de s'en féliciter, car mieux vaut cent fois, à notre libre tribune, nous laisser entraîner par une conviction que l'expérience met au point, que de s'abstenir de toute discussion et de se désintéresser des questions souvent vitales mises à l'ordre du jour de nos séances.

Il est bien certain que le « boulant » existe dans le sous-sol de Bruxelles, comme un peu partout, et que sa présence a été signalée dans presque tous nos dépôts tertiaires, ainsi que dans quelques-unes de nos couches secondaires.

Le « boulant » n'a donc aucun rapport avec l'âge des dépôts qui le produisent et dépend de la composition et de la disposition de ces mêmes dépôts.

D'où la conclusion que ce n'est point parce qu'il existe du « boulant » en sous-sol qu'il faut rejeter *a priori* la possibilité d'exécuter des travaux d'art dans le dit sous-sol.

Il en est de même pour les petites failles en gradins ou de tassements dont j'ai décrit et figuré, en 1880, un curieux exemple près de la station de Calevoet (*Géologie de la Belgique*, t. I, p. 229, fig. 39), ainsi que pour la présence de certains paquets de sables bruxelliens successivement descendus à un niveau assez bien inférieur à celui qu'occupe normalement ce dépôt, et cela en vertu du phénomène de « foirement », comme l'appelle M. Rutot, voulant ainsi caractériser l'écoulement latéral du sable fin ypresien, dans la vallée de la Senne, au commencement de la formation de celle-ci et, par conséquent, avant son remplissage par les dépôts d'alluvions modernes.

Ces faits, et bien d'autres encore, étant publiés ou tout au moins consignés dans la partie des archives du Service géologique relatives aux planchettes de Bruxelles et d'Uccle, le Gouvernement ne crut pas devoir entamer les grands travaux de jonction des gares du Nord et du Midi, décrétés par la Législature, sans prendre l'avis d'une commission comprenant trois géologues, nos collègues MM. Rutot, Renard, et moi-même.

Or, bien que le premier de ces géologues ait publié la feuille au 40 000e de Bruxelles-Saventhem, après avoir publié, en collaboration avec M. Van den Broeck, celle au 20 000e et le texte explicatif de la planchette de Bruxelles, et bien que pour ce qui me concerne personnellement, je n'ai pas, depuis plus de trente ans, laissé échapper un seul affleurement de nature à m'éclairer sur la composition du sous-sol de la capitale, malgré ces circonstances si favorables, nous avons dû néanmoins déclarer qu'il nous était impossible de remplir la mission dont le Gouvernement nous avait chargé, sans une étude détaillée, à l'aide de nombreux sondages pratiqués tout le long du trajet souterrain projeté pour le travail en question.

Cet exemple ne laisse pas que d'être très instructif en ce qu'il montre combien, pour accomplir une mission de la nature de celle dont il s'agit, il ne suffit pas de recourir au concours de géologues, même les plus expérimentés, mais qu'il faut encore que ceux-ci rejettent toute idée *a priori* et qu'à défaut d'affleurements suffisants, ils interrogent la nature de très près, à l'aide de sondages effectués par un personnel compétent.

C'est ce qui a été fait et se poursuit encore en ce moment sous la conduite des chefs d'équipe du Service géologique, auxquels des missions analogues sont confiées depuis plus de dix années.

En attendant que cette étude soit entièrement achevée et que nous nous trouvions en mesure de présenter à la Société un travail complet avec la coupe des nombreux sondages pratiqués dans le sous-sol de la capitale entre les gares du Nord et du Midi, il n'est pas sans intérêt de constater que dès à présent on peut être assuré qu'au moment de l'exécution de ce gigantesque travail, les ingénieurs et entrepreneurs se trouveront en possession de données géologiques suffisantes pour être assurés de le mener à bien et sans encombres.

Comme je le disais plus haut, la question n'est pas de savoir s'il existe du « boulant », mais bien dans quelles conditions il se présente.

C'est ainsi que la sonde n'a encore révélé nulle part, dans la partie étudiée jusqu'ici, où passera le tunnel, la présence de sable mélangé

d'eau en quantité suffisante pour remonter dans les tubes et constituer ce qu'on appelle le « boulant ».

J'ajouterai aussi que dans cette même partie, il n'a pas été constaté la moindre faille de tassement, comme celles qui sont si fréquentes ailleurs, dans la région de Forest-Uccle et aussi sur la rive gauche de la Senne où j'en ai signalé, en 1888, un curieux exemple au Sud-Est de Berchem-Sainte-Agathe (*Annales de la Société royale malacologique*, t. XXIII, *Bull.*, p. LIX).

Mais qu'il me soit permis, en terminant, de faire remarquer qu'alors même que sur certains points de la ligne de jonction projetée, l'étude géologique par sondages signalerait, par la suite, au cours de nos recherches, l'existence de certaines défectuosités dans le sous-sol, ce ne serait point un motif pour abandonner l'exécution de ce travail.

Le rôle du géologue est de faire connaître la composition et l'allure des terrains dans un détail et avec une précision qui ne laissent plus aucune prise aux innombrables mécomptes auxquels, naguère encore, on n'était que trop souvent exposé.

Une fois en possession de toutes les données scientifiques permettant de constater les défectuosités des terrains à traverser, c'est à l'art de l'ingénieur, qui triomphe de tous les obstacles et fait l'admiration du monde civilisé, à appliquer au mal qui lui est signalé, le remède qui ne lui fait jamais défaut.

M. *Gobert*, à propos des travaux de jonction souterraine de la ligne Nord-Midi, à Bruxelles, signale les données pessimistes qu'aurait fournies l'architecte de la Banque nationale à l'occasion des travaux d'agrandissement de cet établissement. Il estime qu'il serait utile de profiter des circonstances pour se rendre compte des difficultés que présentent des travaux dans ces parages, dont doivent s'approcher les tracés proposés pour la ligne souterraine de jonction.

M. *Mourlon* a entendu parler, à différentes reprises, de ces prétendues difficultés de terrain dans certains points du territoire de Bruxelles, mais jusqu'ici n'a pu obtenir des renseignements très précis, lesquels cependant seraient très intéressants à connaître. Pour ce qui le concerne, les sondages qu'il a fait pratiquer pour l'étude du tracé du « métropolitain » ont donné de bons résultats.

Dans la discussion qui s'ouvre ensuite à ce sujet et à laquelle prennent part MM. de Raeck, Mourlon et Van den Broeck, il est question des difficultés provenant du terrain et du boulant qui auraient naguère contrarié les travaux de fondation des bâtiments de l'Université, soit

précisément des locaux où la Société belge de Géologie tient ses séances.

De cette discussion et des éclaircissements fournis par MM. Jacques, Van den Broeck et par d'autres collègues, il résulte que les difficultés rencontrées lors de l'établissement des fondations de l'Université furent réelles et sérieuses. Toutefois, leur cause, très spéciale, est indépendante de la question du *boulant* dans le sous-sol de Bruxelles. En effet, les bâtiments de l'Université sont établis dans un bas-fond, dont la différence de niveau des rues d'Isabelle et des Sols avec celui de la rue Royale et de la Montagne de la Cour fournit la notion topographique très nette. Ce bas-fond n'est autre chose que la partie d'aval d'un ancien ravin qui, autrefois, prenait naissance à l'emplacement du Parc, devant le Palais du Roi, ravin dont les parties d'amont, séparées aujourd'hui par de puissants remblais, constituent ce que l'on appelle les « bas-fonds » du Parc, célèbres d'ailleurs dans l'histoire des trois glorieuses journées de septembre 1830.

De même qu'un barrage dans l'enceinte du Parc sépare actuellement en deux parties la région d'amont de cette région boisée, de même un barrage analogue, formé par un puissant remblai, a complètement effacé les traces du ravin dans la direction de la rue Royale à hauteur de la propriété Errera, et ladite rue elle-même est constituée, dans ces parages, par un formidable remblai. Les escaliers de l'ancienne Bibliothèque, située derrière la statue du général Belliard, conduisent au bas de leurs soixante-deux marches à l'ancien sol du ravin, rue d'Isabelle et rue des Sols. La partie du bâtiment de l'Université qui présenta les difficultés auxquelles il a été fait allusion sont celles qui sont situées vers le thalweg de l'ancien ravin. On y trouve, au lieu de l'affleurement de sables ypresien et bruxellien, constituant le sous-sol et même le sol de la capitale, un certain développement de dépôts limoneux et autres, d'âge quaternaire sans doute, des alluvions etc., et, encore aujourd'hui, d'après un renseignement fourni en séance par M. le Dr Jacques, un ruisseau souterrain coule dans ou sous les caves desdits bâtiments de l'Université.

Il est vraisemblable, fait observer M. Van den Broeck, que les sondages de reconnaissance que le Service fait exécuter en ce moment le long du tracé de notre futur « métropolitain » feront rencontrer, avec certains caractères analogues, des dépôts d'alluvions quaternaires et même modernes dans les régions d'aval de l'ancien ravin naturel qui prend naissance au Parc et se dirige vers les bâtiments de derrière de l'Université.

M. *Mourlon* rappelle à cette occasion que, se trouvant en compagnie de M. *Daimeries*, celui-ci lui fit remarquer, rue des Longs-Chariots et rue de la Bergère, des dépôts et phénomènes quaternaires très intéressants, paraissant avoir des rapports avec ce qu'indique, d'après les explications qui viennent d'être données, le sous-sol des bâtiments de l'Université.

Une discussion s'ouvre entre plusieurs membres au sujet de la décision qui a été prise antérieurement d'entreprendre une série d'expériences au sujet du boulant, décision dont les communications de MM. Casse et Feret montrent toute l'utilité pratique.

A ce sujet, M. le *Président* pose la question de savoir si, de même qu'il l'a été fait pour le grisou, il n'y aurait pas lieu de nommer une Commission du boulant, composée d'une dizaine de membres qui auraient spécialement à s'occuper des expériences. Deux laboratoires sont déjà, à cette fin, à la disposition de la Société : ceux de MM. *Petermann* et *F. De Schryver.*

M. le *Secrétaire général* estime que la proposition de M. le Président serait chose très utile, et il exprime l'avis de ne pas négliger non plus l'étude microscopique du boulant, élément essentiel. La Commission pourrait être divisée en deux sections, dont la première aurait à s'occuper des expériences proprement dites et la seconde de l'étude microscopique, pour laquelle on pourrait avoir recours à des spécialistes du pays et de l'étranger.

Il fait appel à tous pour réunir de bons échantillons du boulant pris dans différentes régions et à de multiples niveaux géologiques, et il insiste pour que l'on veuille bien s'occuper, s'il est possible pendant les vacances, de rassembler les éléments nécessaires pour mener cette étude à bonne fin.

Enfin, il invite les membres qui désireront suivre ces études à vouloir se faire inscrire au Secrétariat, de manière que pour la rentrée l'on puisse installer la Commission et répartir les travaux.

M. *Mourlon* appuie d'autant plus cette proposition que précisément, dans la Commission officielle qui a été nommée pour l'étude géologique du métropolitain, un des membres a été chargé de faire ces recherches expérimentales. Les documents auront une valeur beaucoup plus grande quand on pourra faire l'analyse d'échantillons provenant d'une série de sondages précis et représentant des conditions bien déterminées.

Ensuite d'un échange de vues entre MM. le *Président, Van den Broeck, Mourlon* et *Rabozée*, il est décidé de faire appel au concours d'un certain

nombre de nos collègues pour faire partie de la Commission dont il s'agit et les noms de plusieurs d'entre eux sont signalés à l'attention du Bureau. Celui-ci, à la suite de la publication du présent procès-verbal, espère obtenir spontanément quelques adhésions, qui seront acceptées avec un vif plaisir.

La séance est levée à 11 heures.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 2 JUILLET 1901.

SUITE

A LA

BIBLIOGRAPHIE DU « BOULANT »

PAR

E. CUVELIER
Capitaine commandant du génie, professeur à l'École militaire.

ANALYSE DE TRAVAUX DIVERS.

I. — Les procédés de consolidation des talus des tranchées, par F. Froidure, ingénieur des ponts et chaussées (1).

Nous extrayons de la note de M. Froidure quelques remarques fort intéressantes relatives aux *propriétés des terres*. M. Froidure s'est surtout occupé de l'argile ypresienne (*Yc* de la légende de la carte au 40 000e) à propos des travaux du canal de la Lys à l'Yperlée (2).

(1) *Ann. des Trav. Publ. de Belgique,* IIe fascicule; avril 1897; 60 pages, 62 figures en 6 planches.

(2) Commencé en 1864, le canal de la Lys à l'Yperlée n'a pu être mis en exploitation à cause des éboulements nombreux et considérables qui se sont produits à la grande tranchée du bief de partage.

1. La *cohésion* (1) varie avec la nature des terres et avec leur degré d'humidité.

2. Une légère humidité augmente la cohésion, tandis qu'une grande quantité d'eau la détruit : on sait qu'un *sable* sec ne présente aucune adhérence, tandis que *légèrement* humecté il devient consistant; une forte humidité le rend fluent.

3. L'*argile* est très consistante quand elle est légèrement humide; elle devient fluente et perd toute cohésion sous l'action d'une eau abondante.

4. On appelle *pouvoir absorbant* la propriété que possèdent les terres de pouvoir s'assimiler une certaine quantité d'eau. Le sable grossier absorbe plus d'eau que le sable fin (2) ou que l'argile; une terre tassée absorbe moins d'eau qu'une terre meuble.

5. La *perméabilité* est la propriété qu'ont les terres de se laisser traverser par l'eau (3). La résistance que l'eau éprouve pour traverser la terre provient, d'une part, du *frottement* (4) contre les particules et, d'autre part, de l'action de la *capillarité*. Le frottement total est proportionnel à la surface; il est d'autant plus considérable que l'ensemble des particules offre plus de surface et que les particules, par conséquent, sont plus petites.

6. La *capillarité* ou force ascensionnelle de l'eau varie en raison inverse des intervalles existant entre les particules; cette force, insensible pour des intervalles d'une certaine dimension, devient au contraire considérable et annule l'action de la pesanteur quand les particules sont très rapprochées. Dès lors, une terre étant saturée d'eau, celle-ci pourra s'écouler si l'action de la pesanteur l'emporte sur la capillarité et le frottement réunis; cette terre sera d'autant plus per-

(1) Ou résistance à l'extension.

(2) Il est bien entendu qu'il s'agit de sables *naturels*, à dimensions de grains variables, car on sait que le *vide du sable* est le même dans tous les sables supposés à grains *sphériques* d'égale grosseur. Cf. *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, 1901. Étude scientifique du boulant : KEMNA, VERSTRAETEN, VAN AUBEL, CUVELIER, etc.

(3) Nous pensons qu'il faudrait *préciser* comme nous l'avons fait dans une NOTE SUR L'ÉTUDE DU BOULANT. *Proc.-Verb. de la Soc. belge de Géol.*, etc. 30 avril 1901, p. 282.

(4) Le frottement est considéré ici comme *frottement total*, force retardatrice en lutte avec la pesanteur.

méable que la différence entre les forces opposées sera plus considérable dans le sens vertical descendant. S'il y a équilibre entre ces forces, la terre, une fois saturée d'eau, ne laissera plus écouler celle-ci et deviendra imperméable; si la capillarité et le frottement combinés l'emportent sur la pesanteur, la terre ne pourra même plus se saturer; elle aura un pouvoir absorbant faible ou nul. Rappelons à ce sujet que le sable à gros grains est très perméable; que le sable fin l'est moins et d'autant moins qu'il est plus tassé; que l'argile, composée de particules très fines et très rapprochées, est imperméable.

7. Un terrain *imperméable* par lui-même *peut devenir perméable*, car les terres présentent souvent des crevasses ou des facettes de séparation à travers lesquelles l'eau peut passer. C'est le cas pour l'*argile ypresienne* : elle possède un certain pouvoir absorbant, sa perméabilité est à peu près nulle, mais l'eau y pénètre plus ou moins abondamment :

a) En raison des veines ou stries de sable qu'elle contient;

b) En raison surtout des nombreux plans de clivage qu'elle présente en tous sens et divisant la masse en une infinité de fragments.

8. L'étude de M. Froidure renferme de nombreux renseignements sur les *causes* et le *mode de production* des *éboulements :* terrain sablonneux, terrain argileux, terrain perméable sans ou avec nappe d'eau, massif imperméable surmonté d'un massif perméable, éboulement en terrain argileux; éboulements survenant à la suite des dégels. Elle se termine par l'examen des *procédés de consolidation des talus.* L'analyse de ces divers points spéciaux ne trouverait pas sa place ici : elle intéresse plus spécialement l'*ingénieur*.

II. — **Note relative à quelques expériences faites sur les terrains de la tranchée du bief de partage du canal de la Lys à l'Yperlée**, par E. Froidure, ingénieur des ponts et chaussées (1).

Continuant ses études sur le bief de partage du canal de la Lys à l'Yperlée, M. Froidure fait connaître divers résultats de ses recherches :

1. L'*argile ypresienne* gonfle sous l'action de l'eau; cette propriété prend une grande importance quand ce terrain sert de fondation à des

(1) *Ann. des Trav. Publ. de Belgique*, IIe fascicule. Avril 1900, 13 pages.

corps exposés à se rompre, comme c'est le cas pour les radiers de certains ouvrages d'art.

2. Il est vraisemblable que la pression que développe le gonflement de l'argile varie avec le volume d'argile influencé par l'eau et augmente avec le temps, l'eau pouvant toujours, de proche en proche, humecter de nouvelles couches d'argile. Un volume de 2 décimètres cubes a développé une pression de 3 540 kilogrammes par mètre carré (1).

3. Le gonflement de l'argile tout à fait *libre* est très énergique et s'accentue d'autant plus que la charge comprimante diminue; afin de pouvoir apprécier pratiquement, disons que M. Froidure fait observer que la force de gonflement de 3 540 kilogrammes par mètre carré constatée par expérience directe, correspond sensiblement au poids d'un bloc de maçonnerie de briques de 2 mètres de hauteur : de sorte que le radier d'un ouvrage d'art ayant cette épaisseur de 2 mètres pourrait être soulevé par le seul fait du gonflement de l'argile.

4. M. Froidure montre que le chiffre de 3 540 kilogrammes par mètre carré ne représente qu'une *fraction* de la force réelle du gonflement de l'argile ypresienne; les expériences, dont nous allons rendre compte, de M. Spring, sur l'argile d'Andenne, semblent donner ***grandement*** raison à M. Froidure.

5. Au point de vue spécial du « boulant » (2), nous extrayons encore de la note de M. Froidure les résultats suivants :

1° La force de cohésion (3) du sable sec est nulle; celle du sable humide est appréciable, quoique très faible. L'eau a pour effet de donner de la cohésion à la masse sans doute à cause de l'adhérence ou de la force capillaire qui se produit au contact du sable;

2° On considère généralement que le coefficient de frottement des terres augmente quand elles sont légèrement humectées. Cette augmentation n'est qu'apparente : les terres, quand elles sont humides, se maintiennent effectivement sous une inclinaison plus raide; seu-

(1) Comme on le verra plus loin (III, n° 4, III), les expériences de M. Spring donnent 2 kilogrammes par centimètre carré, soit donc 20 000 kilogrammes par mètre cube pour l'*argile d'Andenne*.

(2) Cette bibliographie s'y rattache d'ailleurs directement tout entière.

(3) Résistance à l'extension.

lement, ce résultat provient de la force de cohésion sous l'influence de l'humidité;

3° En augmentant la quantité d'eau, une masse de sable peut devenir *boulante* : on doit admettre que l'eau en excès a pour résultat d'écarter les grains de sable ou de les entraîner en vertu de la pression qu'elle exerce; la pression hydrostatique détruit ainsi les effets de la capillarité;

4° L'argile mélangée à certains sables a la propriété de donner de la cohésion à la masse; tant qu'elle ne se trouve que dans les vides existant entre les grains de sable, elle ne produit aucune action nuisible, même soumise à un excès d'eau : les grains de sable resteront en contact et développeront la résistance au *frottement* de *sable sur sable*. L'argile, dans ce cas, a pour résultat d'augmenter la résistance de la masse par la cohésion qu'elle lui donne et le poids supplémentaire qu'elle fournit. Elle empêche la masse de devenir *boulante* en s'opposant à l'introduction de l'eau dans les vides qu'elle occupe (1).

III. — Quelques expériences sur la perméabilité de l'argile, par W. Spring (2).

M. Spring a fait des expériences sur l'argile *plastique d'Andenne* (3) et sur du *limon hesbayen* (4). Nous résumons ci-dessous ses observations et remarques :

1. Si les eaux d'alimentation viennent de la surface, il n'est pas toujours aisé de découvrir le chemin qu'elles ont suivi pour gagner la profondeur : la difficulté est surtout grande quand les terrains sablonneux ou crayeux, par exemple, se trouvent sous des formations argileuses; les eaux pluviales peuvent être retenues complètement (5) et l'on ne s'explique pas facilement comment se fait l'alimentation des

(1) Voir Vides du sable, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, Proc.-Verb., pp. 284 et 285, 30 avril 1901. M. Froidure admet que le vide du sable sec à grains sphériques égaux est de 350 c. c. environ par mètre cube $\left(\frac{1}{2.85}\right)$. On doit donc incorporer dans le sable un tiers à peu près de son volume apparent ou la moitié de son volume plein réel.

(2) *Ann. de la Soc. géol de Belgique,* t. XXVIII, pp. 118-127.

(3) Argile tongrienne. *De l'extension des sédiments tongriens,* etc., par MM. Rutot et Van den Broeck. *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, etc., t II, 1888, Proc.-Verb., pp. 9-25.

(4) Limon du haut plateau hesbayen.

(5) Cf. de Lapparent, *Traité de Géologie,* 4e édition, 1900. Ruissellement, p. 159.

couches aquifères : les eaux de pluie paraissent ne pas pénétrer à un demi-mètre de profondeur dans l'argile (1).

2. Les hydrologistes ne sont pas d'accord sur la pénétration de l'eau de pluie dans le sous-sol, et certains ont émis à ce sujet des hypothèses absolument invraisemblables. Il n'est donc pas sans utilité de rechercher dans quelles conditions une *couche d'argile* peut être traversée par l'eau et de s'assurer si, dans la nature, le passage de l'eau est possible.

3. Après avoir rappelé de quelle manière on a habituellement procédé jusqu'ici pour rechercher la *perméabilité des argiles*, M. Spring fait connaître une nouvelle méthode expérimentale qu'il a imaginée. Il s'est d'abord posé ce problème : De l'argile emprisonnée de toutes parts (2) peut-elle encore *s'imprégner* d'eau? La conclusion probable des expériences est : *L'argile emprisonnée d'une façon absolue*, c'est-à-dire ne pouvant pas se gonfler, — le gonflement étant une *condition* aussi bien qu'une *conséquence* de la pénétration de l'eau, — *n'absorbe pas d'autre eau que celle avec laquelle elle se combine en se contractant*. Réciproquement, *une pâte d'argile perd son eau*, même au sein de l'eau, *quand on la comprime* dans une enveloppe perméable d'où elle ne peut s'échapper.

4. Les expériences ou déductions prouvent :

1° Qu'une terre argileuse ne peut s'imprégner d'eau que quand elle peut se *dilater librement;*

2° Que l'argile *en place*, dans le sol, étant d'autant plus serrée qu'elle a à supporter des couches plus épaisses, ne sera perméable à l'eau que jusqu'à une profondeur limitée définie par la condition que le *travail* de la pénétration de l'eau doit y faire équilibre à celui du soulèvement de la masse;

3° Que la force expansive de l'argile au contact de l'eau est difficile à évaluer, mais qu'on peut l'estimer comme étant inférieure à 2 kilogrammes par centimètre carré;

4° Qu'on doit admettre que l'argile en *place* ne peut faire son expansion que vers le *haut;* cette expansion cesse d'être possible si en un

(1) Les couches d'argile qui forment le fond de certains lacs ne s'imprègnent pas d'une manière notable.

(2) Comme le sont souvent les argiles en sol profond.

point d'un banc argileux la couche d'argile verticalement au-dessus dépasse 7 à 10 mètres, selon que la densité de la couche est 2.60 ou 2.00 (d'après le degré d'humidité).

5° Que l'eau qui remplit les terrains perméables (craie, sables, etc.) ne peut avoir passé par les couches d'argile qui les couvrent si celles-ci sont *continues* et ont plus de 7 à 10 mètres d'épaisseur : elle doit donc avoir passé par des *crevasses* ou des *affleurements* des terrains perméables. Il en résulte que la réserve en eau de ces terrains pourra, dans bien des cas, ne pas répondre à l'abondance des précipitations atmosphériques (1).

(1) L'article de M. Spring donne les nombres $0^m,40$ et 1 mètre pour la profondeur à laquelle pourrait avoir lieu l'imprégnation de l'argile ; il y a là une erreur, qui m'a du reste été signalée par l'auteur lui-même et que je rectifie ici, d'accord avec lui.

SÉANCE MENSUELLE DU 16 JUILLET 1901.

Présidence de M. A. **Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Correspondance :

M. *Mourlon* s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et par conséquent de ne pouvoir faire la communication qui est à l'ordre du jour.

M. le *Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique* accuse réception des quinze exemplaires du tome XI du BULLETIN qui lui ont été envoyés et fait parvenir un mandat de l'import de 1 000 francs, représentant le subside annuel accordé à la Société en vue de la fourniture d'un même nombre d'exemplaires du tome XII de notre publication. (*Remerciements.*)

La *Société royale de Victoria* demande l'échange de ses publications contre les nôtres. (*Renvoi au Bureau.*)

M. le *Secrétaire du Congrès international des Ingénieurs*, qui se tiendra à Glascow, en 1901, accuse réception de la lettre lui notifiant la nomination de M. *E. Van den Broeck* comme délégué au dit Congrès.

La *Société des Ingénieurs civils de France* propose l'échange de son Bulletin mensuel contre les publications de la Société. (*Renvoi au Bureau.*)

La *Société géologique de France* a fait parvenir le programme de sa réunion extraordinaire de 1901, qui se tiendra dans le *Chablais,* du 3 au 11 septembre.

Reçu également le programme du *Ve Congrès international de Zoologie*, qui se tiendra à Berlin, du 12 au 16 août 1901.

Ces divers documents se trouvent au Secrétariat à la disposition des collègues qui désireraient les consulter.

M. le *Secrétaire général* fait part à l'Assemblée de ce que, à la dernière séance de la Section permanente d'études du Grisou, il a été

décidé, sur la proposition de M. *E. Lagrange,* de faire connaître aux membres du Comité de patronage du grisou, ainsi qu'à M. Isaac, lesquels, par des dons généreux, ont mis la Société à même d'organiser l'installation d'un réseau de stations géophysiques et grisoutosismiques, la motion, votée récemment, tendant à attacher leur nom à celle des stations pour l'établissement de laquelle ils ont principalement contribué.

En réponse à cette proposition, MM. *Montefiore-Levi* et *Isaac* nous ont adressé leurs remerciements pour cette marque de haute sympathie que la Société veut leur témoigner; quant à MM. *Solvay* et *Urban,* tout en se montrant très sensibles à cette attention, ils ont exprimé le désir de donner plutôt aux stations dont il s'agit le nom du *lieu* où elles seront établies.

M. le *Président* fait remarquer, à ce sujet, qu'à l'occasion de la publication du premier fascicule de son BULLETIN MENSUEL DE LA STATION GÉOPHYSIQUE D'UCCLE, M. *Lagrange* a cru bon d'ajouter en dessous de ce titre la mention dédicatoire : « Station E. Solvay. » Il estime que, dans ces conditions, on pourrait aisément concilier le désir de MM. Solvay et Urban avec les intentions de la Société, en faisant suivre le nom du lieu de celui de la personne à qui est due la station.

M. le *Secrétaire général* exprime l'avis d'informer les intéressés du nouveau vœu émis par la Société. (*Assentiment.*)

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3390. **Richardson, Harriet.** *Results of the Branner-Agassiz expedition to Brazil: I. The Decapod and Stomatopod Crustacea.* Washington, 1900. Extrait in-8° de 23 pages et 1 planche.

3391. **Spring, W.** *Quelques expériences sur la perméabilité de l'argile.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 13 pages.

3392. **Lemaire, Charles.** *Mission scientifique du Ka-Tanga. Observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État Indépendant du Congo, du dimanche 7 mai 1899 au lundi 12 juin 1899. Section Lofoï chutes Ki-Oubo-Lofoï* (4e mémoire). Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 70 pages.

3393. **Lancaster, A.** *Les tremblements de terre en Belgique.* Bruxelles, 1901. Extrait in-12 de 37 pages.

3394. — *Le climat de la Belgique en 1898.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 199 pages et 2 planches.

3395. — *Le climat de la Belgique en 1899.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 179 pages et 2 planches.

3396. **Richardson, Harriet.** *Results of the Branner-Agassiz expedition to Brazil : II. The Isopod Crustacea.* Washington, 1900. Extrait in-8° de 3 pages et 4 figures.

3397. **Lancaster, A.** *La direction du vent à Bruxelles d'après cinquante années d'observations.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 95 pages.

3398. — *Le climat de l'Ardenne.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 30 pages.

3399. — *La population de l'Europe. Le mouvement de la population dans l'agglomération bruxelloise depuis 1830.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 27 pages.

3400. — *Résumé des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle, pendant l'année 1899.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 18 pages.

3401. — *Résumé des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle, pendant l'année 1900.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 17 pages

3402. — *Données météorologiques recueillies à l'Observatoire royal de Belgique de 1833 à 1900. Éphémérides météorologiques et naturelles.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 116 pages.

3403. **Mourlon, M.** *Le sous-sol de Bruxelles au point de vue du projet de jonction des gares du Nord et du Midi.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 4 pages.

3404. **Agamennone, G.** *Gli strumenti sismici e le perturbazioni atmosferiche.* Roma, 1900. Extrait in-8° de 6 pages.

3405 **Gilbert, Charles-H.** *Results of the Branner-Agassiz expedition to Brazil : III. The fishes.* Washington, 1900. Extrait in-8° de 23 pages et 1 planche.

3406. **Branner, John-C.** *Results of the Branner-Agassiz expedition to Brazil : IV. Two characteristic geologic sections on northeast coast of Brazil.* Washington, 1900. Extrait in-8° de 17 pages et 7 figures.

3407. **Dall, William-Healey.** *Results of the Branner-Agassiz expedition to Brazil : V. Mollusks from the vicinity of Pernambuco.* Washington, 1901. Extrait in-8° de 9 pages.

3408. **Choffat, Paul.** *Le VIIIe Congrès géologique international.* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 15 pages.

3409. — *Dolomieu en Portugal (1778).* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 6 pages.

3410. **Lotti, B.** *Sulla genesi dei giacimenti metalliferi di Campiglia marittima in Toscana.* Rome, 1901. Extrait in-8° de 11 pages et 2 figures.

3411. — *I giacimenti cinabriferi e antimoniferi della Toscana e loro relazione colle roccie eruttive quaternarie.* Turin, 1901. Extrait in-8° de 14 pages.

3412. **Loewinson-Lessing, F.** *Geologisch-petrographische Untersuchungen im Bereich des Massivs und der Ausläufer des Kasbek im Jahre 1899.* (Saint-Pétersbourg), 1901. Extrait in-8° de 118 pages, 2 planches et 6 figures.

3413. **Rabot, Charles.** *Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales.* Genève et Bâle, 1900. Extrait in-8° de 250 pages.

2° Extraits des publications de la Société :

3414. ... *L'étude scientifique du « boulant » à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Procès-verbal de la séance spéciale du 30 avril 1901.* Fascicule III. BULLETIN de 1901, 48 pages (2 exemplaires.)

3415. **Van den Broeck, E.** *Observations concernant le « boulant » faites au cours de la discussion ayant suivi l'exposé de M. Kemna, présenté à la séance du 5 mars 1901, au sujet de la controverse des ingénieurs américains sur les sables boulants.* BULLETIN de 1901, 5 pages. (2 exemplaires.)

3416. — *A propos de la présentation, par M. P. Choffat, d'une étude régionale sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique.*

3416. — *Quelques mots concernant les récentes déclarations de M. Lamplugh au sujet de l'âge du Wealdien.* BULLETIN de 1901, 20 pages. (2 exemplaires.)

3417. **Cuvelier, E.** *Bibliographie chronologique du « boulant » d'après les Annales des Travaux publics de Belgique, de 1843 à 1893, 1e série (cinquante et un premiers volumes).* BULLETIN de 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)

3418. — *Quelques mots à propos de l'étude scientifique du « boulant ».* BULLETIN de 1901, 11 pages et 3 figures.

3419. **Simoens, G.** *Sur les relations existant au point de vue des phénomènes dynamiques dus aux sables boulants entre le sous-sol de Brüx, en Bohême, et celui de la ville de Bruxelles.* BULLETIN de 1901, 11 pages, 3 figures.

3420. **Choffat, P.** *Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal.* BULLETIN de 1901, 30 pages.

3421. **Levat, David.** *La géologie, la prospection et l'exploitation des mines d'or et des placers.* BULLETIN de 1901, 19 pages, 4 figures. (2 exemplaires.)

3° Périodiques nouveaux :

3422. *Report of the British Association for the Advancement of science.* (Don de M. Gobert.) Londres, 2 volumes in-8°, 1899, 1900.

3423. *Deutsches meteorologisches Jahrbuch.* Aachen, 1895, 1897, 1898, 1899.

3424. *Société des Ingénieurs civils de France.* Paris, BULLETIN, 1897, 1898, 1899, 1900.

3425. *Procès-Verbaux,* 1901, janvier à juillet.

3426. *Annuaire,* 1901.

Communications des membres :

1° M. *Kemna* fait la communication suivante :

FILTRAGE
ET
OZONISATION DES EAUX DE LA BANLIEUE DE PARIS

PAR

A. KEMNA

La banlieue de Paris a souvent été citée dans les discussions hydrologiques. Le service d'amenée d'eau pour la ville proprement dite a été soustrait à l'initiative particulière il y a un demi-siècle et a été complètement municipalisé; Belgrand, ses collaborateurs et ses successeurs, ont appliqué le principe de l'alimentation domestique par eaux de source. Les nombreuses communes qui constituent la banlieue sont, au contraire, encore desservies par des compagnies particulières à monopole et reçoivent de l'eau de Seine.

Dans ces conditions, les comparaisons s'imposent naturellement à

l'esprit. Les ingénieurs et les hygiénistes de Paris-ville citaient la banlieue comme repoussoir pour faire valoir l'excellence de leur propre système. Il est de fait que la distribution d'une eau de rivière telle quelle, sans aucune purification, est contraire aux principes élémentaires de l'hygiène; le simple bon sens suffit pour condamner une pareille alimentation.

Toutefois, depuis quelques années, les situations réciproques ont été modifiées. Le filtrage au sable a été appliqué à l'eau fournie à une grande partie de la banlieue. C'était là un changement radical; mais on sait que les hygiénistes français ne reconnaissaient pas l'efficacité de ce procédé de purification. Ils ont donc continué à opposer Paris à sa banlieue, sans tenir compte de cet effort et sans distinguer, dans la banlieue, la partie alimentée en eau filtrée et la partie recevant encore de l'eau de rivière telle quelle.

Le travail de l'Observatoire de Montsouris est venu démontrer le caractère hygiénique très précaire des sources alimentant Paris. La communication de M. l'ingénieur Chabal a révélé que dans la banlieue, le filtrage a abaissé de 70 °/₀ la mortalité par fièvre typhoïde. Le service technique de Paris, qui avait eu recours également au filtrage et avait pu constater son efficacité, a courageusement confirmé les déclarations de M. Chabal. En réalité, les rôles étaient renversés; c'était la banlieue qui, forte de ses statistiques médicales, prenait maintenant Paris comme repoussoir. Cette évolution des idées en France a été exposée avec quelque détail dans les séances de notre Société en mars et en mai 1901.

Il y a actuellement soixante communes du département alimentées par de l'eau de Seine prise en amont de Paris et filtrée au sable après traitement par le fer métallique. Une entente est intervenue entre ces communes et leur concessionnaire : la Compagnie générale des Eaux; les communes ont consenti une majoration de prix de 1 centime par mètre cube pour indemniser la Compagnie des frais de filtrage.

L'autre partie de la banlieue comprend les sept communes de Suresnes, Asnières, Colombes, Bois-Colombes, Courbevoie, Nanterre et Gennevilliers. Le concessionnaire est la Compagnie des Eaux de la banlieue de Paris, constituée en grande partie par des capitaux belges. Des traités, remontant pour la plupart à 1865, confèrent au concessionnaire le privilège exclusif de canaliser les voies communales en vue de distribuer l'eau de Seine, pour tous les usages, aux particuliers et aux communes. L'eau est captée au barrage de Suresnes, c'est-à-dire

en aval de Paris. Cette circonstance rend naturellement une épuration plus nécessaire encore que pour le fournisseur puisant en amont.

L'absence de toute épuration encore à l'heure actuelle semble à première vue le fait d'une coupable négligence ou d'un mauvais vouloir de la part de la Compagnie. Dans toutes les communes, il s'est trouvé des hygiénistes pour énoncer ces conclusions, généralement dans un langage très énergique; ces plaintes et ces dénonciations ont naturellement trouvé de l'écho dans le Conseil départemental.

Il est évident que cette explication simpliste ne peut pas être suffisante. Les autorités constituées seraient coupables de tolérer en cette matière de la négligence ou du mauvais vouloir et tous les reproches qu'elles formulent contre le concessionnaire retombent sur elles-mêmes. En réalité, le contrat de concession stipulait quelle était l'eau à capter et à distribuer; et la désignation de l'eau de Seine, prise en aval de Paris, est le fait des communes elles-mêmes. Le concessionnaire remplit donc son devoir. Exiger autre chose, c'est vouloir introduire, dans un contrat bilatéral, une obligation nouvelle, onéreuse pour l'une des parties; et l'imposition d'une pareille modification n'est ni légale ni équitable. Cette modification ne peut être obtenue que par accord mutuel des deux intéressés. C'est là ce qui a été réalisé depuis plusieurs années pour la Compagnie générale et les soixante communes d'amont. C'est ce que la Compagnie de Suresnes a vainement essayé de réaliser à son tour et sur les mêmes bases : supplément de 1 centime par mètre cube pour les frais de filtrage; la commune de Colombes a fait seule une opposition irréductible et empêché tout accord.

L'affaire est venue devant le Conseil du département. Plusieurs communes avaient essayé de mêler à la question de l'amélioration de la qualité des eaux, la dépossession de la Compagnie concessionnaire. Le Conseil a tout d'abord examiné la légalité d'une mesure de ce genre et il est arrivé à la conclusion que la résiliation du contrat est impossible. Puis il a examiné les mesures techniques. On a d'abord parlé de reporter en amont de Paris la prise d'eau de Suresnes, et d'établir une entente avec la Compagnie générale pour qu'elle fournît de l'eau filtrée à sa consœur. Puis, le département a négocié lui-même avec les communes, mais sans parvenir à les mettre d'accord. On a alors voulu forcer la Compagnie en la mettant en demeure de fournir de l'eau potable; mais les rapports des comités du contentieux ont fait ressortir tous les aléas d'une action judiciaire. Le rachat d'office ou l'expro-

priation se heurte, paraît-il, à un principe de droit et ne pourrait se faire que par une loi spéciale; en outre, l'opération serait financièrement mauvaise.

Quand on discute dans le public une affaire d'eau, il se présente immédiatement un certain nombre de projets. Le Conseil départemental a fait étudier par les services techniques les propositions qui lui étaient parvenues; toutes ont été écartées. Le peroxyde de chlore de M. Bergé « n'a pas fait ses preuves ». On passe simplement à l'ordre du jour sur une pétition en faveur de l'ozonisation par le procédé Tindal. Un propriétaire de sources avait présenté sa marchandise et s'était fait appuyer par plusieurs pétitions; la source a un débit tout à fait insuffisant. Le drainage d'une forêt comportant une galerie de 45 kilomètres est trop coûteux. On a fini par accepter les propositions de la Compagnie : filtrage au sable et ozonisation subséquente. Pour le filtrage, le département donnera à la Compagnie un subside annuel de 35,000 francs, se réduisant chaque année d'un dixième. Pour l'ozonisation, les communes paieront une surtaxe de 1 centime par mètre cube. Le filtrage et l'ozonisation combinés doivent réduire les bactéries à moins de 200 par centimètre cube. Ces conclusions du rapport de M. Grébauval ont été adoptées (*Bulletin municipal officiel* du 11 juillet 1901).

Ce rapport appelle plusieurs observations. Pour amener une entente rendue impossible par l'opposition de la commune de Colombes, le département prend à sa charge le paiement du subside à la Compagnie pour le filtrage. L'intention est louable, mais en somme n'y a-t-il pas quelque injustice à l'égard des soixante communes qui ont accepté le paiement du centime supplémentaire? Elles ont fait preuve de bonne volonté et ne reçoivent rien; une autre commune fait une opposition systématique contre une charge minime et obtient un subside. C'est une prime à la mauvaise volonté. Mais enfin, l'affaire serait terminée.

Seulement, il y a l'ozonisation, qui ramène la question du centime à payer par les communes, non plus au bénéfice de la Compagnie, mais au bénéfice de l'ozonisateur, qui le touchera. Il faut donc que les communes consentent quand même à le payer. Et que fera-t-on si l'une d'elles ne veut pas?

Il est à remarquer que la Compagnie des Eaux ne fera pas elle-même l'ozonisation. Une société s'est engagée à faire toute l'installation à ses risques et périls; après trois mois d'expérimentation, si les résultats sont défavorables, tout doit être enlevé; si, au contraire, la réussite est

complète, cette société aura le monopole pour ozoniser toute l'eau à fournir par la Compagnie de la banlieue. D'après des renseignements particuliers, la Compagnie devrait réduire le nombre des bactéries par filtrage à 400, que l'ozone abaissera à 200.

Il y a prévoir l'éventualité d'une eau filtrée avec moins de deux cents bactéries, même avec beaucoup moins. Que fera-t-on alors? Ozoniser quand même et faire payer inutilement le centime supplémentaire? Arrêter les appareils et ne pas faire payer? Voilà des comptes qui seront difficiles à établir.

Les propriétés bactéricides de l'ozone sont un fait établi. Mais la production de l'ozone coûte assez cher. Il faut travailler avec de l'air sec, il faut refroidir les électrodes, car la chaleur redécompose l'ozone formé. Les installations très complètes du baron Tindal à Oudshoorn comportaient un appareil de dessiccation à la chaux et une machine à glace à ammoniaque. En outre, l'ozone n'est pas soluble; pour qu'il puisse exercer son action, il faut réaliser un contact intime de l'eau et du gaz, en fait, une pulvérisation de toute la masse d'eau. Il est plus que douteux que tout cela puisse être fait convenablement pour 1 centime par mètre cube.

Les premiers ozonisateurs visaient à la stérilisation complète. Dans les expériences à Emmerin, près de Lille (Marmier et Abraham), il ne passait que des spores résistantes de quelques microbes inoffensifs. Weyl à Berlin, pour Siemens et Halske, obtenait une réduction notable par l'action combinée de l'ozone et du fer métallique. Pour la banlieue de Paris, il n'est plus question de stérilisation complète puisqu'on tolère d'une façon permanente 200 micro-organismes. Au point de vue théorique, c'est incontestablement une évolution à rebours; au point de vue du bon sens, c'est la reconnaissance du fait que l'asepsie complète de l'eau est un luxe inutile, pratiquement irréalisable. Mais alors, pourquoi ozoniser?

2° M. *A. Renard* donne lecture d'une **Note sur la vie et les travaux scientifiques de R. Storms.**

Le texte intégral de cette communication paraîtra dans les MÉMOIRES.

3° M. *A. Rutot* fait sur le Quaternaire de la Belgique et sur un projet de légende nouvelle de ce terrain une communication orale dont il a envoyé, pour le *Procès-verbal*, la rédaction que nous reproduisons aux pages ci-après.

NOUVELLES OBSERVATIONS

SUR LE

QUATERNAIRE DE LA BELGIQUE

ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE ET PROJET DE LÉGENDE DU QUATERNAIRE

par A. RUTOT

(Résumé.)

M. Rutot commence sa communication par un résumé de l'état actuel de la question de l'échelle stratigraphique du Quaternaire et il indique le rôle important joué par M. Ladrière relativement à la distinction nette à établir entre l'ergeron et les limons moyens.

Il rappelle qu'actuellement la synchronisation du sable marin de la Flandre avec l'ergeron du bassin de l'Escaut est un fait accompli, l'ergeron étant le représentant continental, ou plutôt fluvial, du sable marin de la Flandre.

L'assise flandrienne est donc établie sur des bases solides.

D'autre part, la distinction et la superposition des assises: moséenne, campinienne et hesbayenne est également chose élucidée, de sorte qu'il ne restait plus qu'un point douteux : la réalité de l'existence de l'assise brabantienne (limon éolien) et la fixation de son niveau stratigraphique.

Jusque dans ces derniers temps, la position du Brabantien était fixée plutôt par des considérations ayant, certes, de l'importance, que par des preuves directes.

Or, précisément à la limite de la région à recouvrement flandrien (ergeron) et de la région à recouvrement brabantien (limon éolien), dans les carrières d'Écaussines, M. Rutot vient de rencontrer des coupes, dans des terrassements récemment exécutés, où les trois

masses limoneuses, très bien caractérisées, se trouvent en superposition directe.

Tout au sommet, le Flandrien, c'est-à-dire l'ergeron et sa terre à briques sont visibles. A la base de l'ergeron se présente un lit graveleux très net de quelques centimètres d'épaisseur, puis apparaissent 3 mètres de limon jaune brun, friable, homogène, non stratifié, qui présente tous les caractères du limon brabantien.

Sous ce dépôt, à base horizontale sans gravier, se développe le limon argileux stratifié, dans lequel les subdivisions établies par M. Ladrière sont reconnaissables et qui est le limon hesbayen.

Voilà donc constatée, prise sur le fait, la superposition qui s'était si obstinément dérobée jusqu'ici aux investigations, superposition fournissant la preuve de l'exactitude des conclusions tirées de considérations que l'on trouvera dans la note de M. Rutot intitulée : « *Nouvelles observations sur le Flandrien* (1). »

Le limon brabantien est donc bien compris entre le limon hesbayen et l'ergeron du Flandrien.

Cette nouvelle constatation a mis fin aux hésitations de M. Rutot au sujet de l'échelle générale du Quaternaire de la Belgique et lui a permis de dresser un projet d'échelle stratigraphique et de légende du Quaternaire de notre pays, dont il a donné complètement connaissance.

Rappelons ici que le terme *brabantien*, proposé par M. Rutot, a été employé pour la première fois dans le travail du même auteur, intitulé : *Note sur la découverte d'importants gisements de silex taillés dans les collines de la Flandre occidentale* (2).

Le tableau des couches quaternaires de Belgique, qui figure ci-après, devait, dans la pensée de l'auteur, accompagner le mémoire explicatif dont ce qui vient d'être dit n'est qu'un court résumé.

Cédant aux instances de quelques confrères qu'intéresse la stratigraphie du Quaternaire, M. Rutot a bien voulu nous permettre d'insérer ici, avant l'impression de son mémoire, son projet de légende du Quaternaire, avec les notations cartographiques qu'il propose.

Des essais d'applications de cette légende pourront ainsi être tentés pour diverses régions du pays.

(1) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XI, 1897, *Pr.-Verb.* du 30 novembre.

(2) *Bull. Soc. d'anthrop. de Bruxelles*, t. XIX, 1900. Voir page 83 et surtout le Tableau comparatif du Glaciaire de l'Europe centrale avec le Quaternaire de Belgique, annexé.

PROJET DE LÉGENDE

DES

TERRAINS QUATERNAIRES DE LA BELGIQUE

par A. RUTOT

Membre du Conseil de direction de la Carte géologique.

Flandrien (*q5*).

Facies marin.

3. Limon et sable à zones limoneuses. *q5d.*
2. Sable meuble, à faune marine . . *q5b.*
1. Gravier, sable grossier avec lits d'argile à faune marine . . . . *q5a.*

Facies continental.

2. Terre à briques . . . . *q5o.*
1. Ergeron { Facies limoneux à Hélix et à Succinées . *q5n.* / Facies sableux. . . . *q5m.* }

Brabantien (*q4*).

1'. Facies « terre à briques » par décalcarisation superficielle. . . . . *q4(m).*
1 . Limon homogène, non stratifié, pulvérulent, d'origine éolienne . . . . . *q4m.*

Hesbayen (*q3*).

Facies des hautes et des moyennes altitudes.

6. Cailloutis localisé, formé d'éclats de silex. *Industrie éburnéenne.* *q3x.*
5. Tourbe. . . . . *q3t.*
4. Limon gris à Succinées. . . . . *q3p.*
3. Limon fendillé . . . . *q3o.*
2. Limon moucheté { avec Helix hispida, Succinea oblonga, Pupa muscorum. } *q3n.*
1. Limon panaché *q3m.*

Facies des basses altitudes.

2. Cailloutis localisé, formé d'éclats de silex. *Industrie éburnéenne.* *q3x.*
1. Sable meuble vers le bas, plus ou moins limoneux vers le haut. Facies altéré couleur gris jaune. Facies normal, couleur gris bleu foncé . . . . *q3s.*

Campinien (*q2*).

4. Cailloutis des basses altitudes et de l'extrême fond des vallées (galets roulés ou éclats de silex), à faune du Mammouth bien caractérisée, à *industrie acheuléenne*. . . . . *q2x.*
3. Tourbe avec végétaux ligneux (faune du Mammouth, insectes, *industrie acheuléenne*) . . . . *q2t.*
2. Glaise (argile sableuse) en couches ou en lentilles . . . . *q2n.*
1. Sables plus ou moins grossiers, à faune du Mammouth et à *industrie chelléenne*. — Sable vaseux du « marais de Lierre » . . . . *q2m.*

Moséen (*q1*).

Facies fluvio-marin.

4. Cailloutis fluvial des ballastières de la Campine, à *industrie mesvinienne*. . . . . *q1x*.

3. Alternances de sable argileux et d'argile sableuse avec lits de tourbe à végétaux et débris de Bisons et de Cervidés (lagunaire) . . . . *q1d*.

2. Sable blanc, stratifié, inférieur au cailloutis de la Campine . . *q1b*.

1. Cailloutis hétérogène à ossements remaniés de cétacés pliocènes, etc. . . . . *q1a*.

Facies continental.

4. Cailloutis supérieur à galets roulés ou à rognons et éclats de silex, avec *industrie mesvinienne*. *q1x*.
3. Glaise (argile plus ou moins sableuse, souvent verte ou panachée vert et rouge) en couche ou en lentilles. . . . . *q1o*.
2. Sables plus ou moins grossiers stratifiés, à *industrie reutelo-mesvinienne*. Couche à *Elephas antiquus* d'Hoboken . . . *q1n*.
1. Cailloutis de base des basses altitudes (terrasses inférieures des vallées) avec végétaux et *industrie reutelo-mesvinienne* . *q1m*.

On remarquera qu'il n'est pas question, dans ce tableau, de l'*industrie reutelienne*, considérée par M. Rutot comme datant des tout premiers temps du Quaternaire. La cause en est que notre confrère est d'avis que le cailloutis situé à la *base* du Moséen de la *terrasse supérieure* des vallées et qui, *seul*, renferme l'industrie reutelienne, a été déposé à la fin de l'époque pliocène. C'est naturellement *après* son dépôt que l'homme reutelien a pu utiliser les matériaux de ce cailloutis. Il s'ensuit donc que, si l'industrie reutelienne est quaternaire, le cailloutis qui la renferme est pliocène et, dès lors, il ne peut rentrer dans la légende du Quaternaire.

Ch. Bommer. — Le nouveau genre Lepidocarpon, de Scott.

M. *Ch. Bommer* fait sous ce titre une intéressante communication sur le nouveau genre Lepidocarpon.

Un grand intérêt s'attache à ce nouveau type végétal car il réunit les caractères de deux groupes différents.

Le fossile décrit sous le nom de Lepidocarpon consiste en un cône de fructification dont l'axe possède la structure anatomique des Lepi-

dodendron; les feuilles fertiles dont il est garni ressemblent également beaucoup à celles de ce dernier genre.

On remarque, d'autre part, que sur ces feuilles fertiles il se développe, au lieu du sporange simple des Lycopodinées, un sporange entouré d'un épais tégument fourni par une portion de la feuille fertile repliée sur le sporange. Ce repli laisse persister à la partie supérieure du tégument une longue fente devant servir au passage des microspores chargées d'opérer la fécondation.

Dans les sporanges tégumentés de Lepidocarpon, il n'existe qu'une seule macrospore, ce qui témoigne de l'évolution très avancée de ce genre de Cryptogame.

Le tégument du sporange, sa macrospore unique, sont des caractères qui rapprochent singulièrement ce type des végétaux supérieurs, des phanérogames.

Et, en effet, l'identité est si complète entre ces « grains » de Lycopodinée et les graines des Cordaïtées, désignées sous le nom de Cardiocarpon, qu'on ne peut les en distinguer.

Nous devons donc voir dans Lepidocarpon une Lycopodinée, c'est-à-dire une plante cryptogame présentant des caractères de Cordaïtée, c'est-à-dire d'une plante phanérogame, et cela dans des organes reproducteurs auxquels on attache toujours le plus d'importance pour établir la place qu'un type doit occuper dans la classification générale.

Avant de lever la séance, M. le Président rappelle que la Session extraordinaire annuelle de la Société aura lieu cette année du 9 au 15 août. Elle permettra d'étudier principalement les terrains tertiaires éocènes et nummulitiques de l'Oise et de l'Aisne, ainsi que les dépôts de phosphate de ces parages. M. le professeur *J. Gosselet* a bien voulu se charger de l'organiser et de la diriger. Sous peu le programme détaillé sera envoyé à nos collègues belges et des régions limitrophes.

La séance est levée à 11 heures.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 16 JUILLET 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

DANS LE CHABLAIS, EN 1901

Nous reproduisons ci-dessous la suggestive notice consacrée par le professeur *M. Lugeon* à l'exposé des problèmes géologiques que sont appelés à résoudre, cette année, les membres de la Société géologique de France, dans leur session annuelle extraordinaire de septembre 1901.

« Le *Problème du Chablais et des Préalpes suisses* est un de ceux qui préoccupent depuis longtemps les géologues alpins. Parmi les difficultés tectoniques et stratigraphiques qu'offrent les Alpes, celles que l'on a à résoudre dans le Chablais sont certainement les plus grandes; mais elles sont en revanche aujourd'hui les mieux connues.

» Le doute n'existe plus aux yeux de ceux qui ont étudié à fond cette région; pour eux l'immense étendue comprise entre l'Arve et l'Aar, du pied des Hautes-Alpes calcaires jusqu'à la région molassique, les montagnes isolées comme celles des Annes et de Sulens en Savoie et les Klippes de la Suisse, ne sont que les restes d'une immense *nappe de charriage* descendue de l'intérieur des Alpes vers les plaines. Les opinions ne divergent guère quant à la partie centrale du Chablais, *la*

région de la Brèche. C'est bien là un énorme lambeau de recouvrement. La démonstration en est aisée. Dernièrement la *racine* de la partie interne des Préalpes (*zone des cols*) a été découverte dans les flancs de la vallée, sur la rive gauche du Rhône, en Valais. C'est le fait le plus considérable apporté en faveur de la théorie du charriage; dès lors il devient impossible d'envisager les Préalpes comme un éventail imbriqué. Elles sont bien les restes de ces énormes masses qui ont glissé vers l'avant-pays avant le plissement définitif de la chaîne des Alpes, accumulant la série sédimentaire plusieurs fois sur elle-même, la réduisant par places en une brèche de dislocation aux éléments géants, qui voilent sur de grandes étendues le vrai front autochtone de la chaîne.

» Telle est la théorie à l'étude de laquelle nous convions nos collègues de la Société géologique de France. »

Maurice Lugeon,
Professeur à l'Université de Lausanne.

Sommaires de la « Revue de géologie pratique ».
(Zeitschrift für praktische Geologie.)

FASCICULE VII, DE JUILLET 1901.

Articles originaux.

K.-E. Weiss, Quelques petites communications sur les gisements de l'Anatolie occidentale (pp. 249-262).

Travaux récents analysés.

H.-K. Scott, Les minerais manganésifères du Brésil (pp. 263-265).

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

H. Thürach, Sur la présence possible de gîtes salifères dans la Bavière septentrionale. (*Geognost. Jahresh.*, 1900.)

B. — CHOIX DE TITRES PARMI LES INDICATIONS D'OUVRAGES ET DE MÉMOIRES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

H. CREDNER, La région ébranlée, en Saxe, par le tremblement de terre du 10 janvier 1901. (*Ber. K. S. Ges. Wiss.*, Bd LIII.)

B.-G. ELWES, La production totale et le prix du cuivre. (*Südafr. Wochenschr.*, 1901.)

v. GOETHEM, Les progrès du forage pour l'extraction du pétrole, particulièrement en ce qui concerne l'industrie pétrolifère de l'Alsace. (*Zeit. deutsch. Ing.*, 1901.)

H. HÖFER, Les conditions thermiques des terrains houillers. (*Oest. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen*, 1901.)

H. HOFFMANN, Les machines dans l'industrie houillère du bassin de la Ruhr au commencement du XXe siècle. (*Zeit. deutsch. Ing.*, 1901.)

O. LANG, L'origine des thermes sulfurés (d'après A. Gautier). (*Naturw. Wochenschr.*, 1901.)

K. OEBBEKE, Tableaux pour la détermination des minéraux, etc. de F. v. KOBELL, 14e édition. Munich, 1901.

A. RÖSSING, L'histoire des métaux. Berlin.

C. SASS, Les variations de la nappe phréatique au Mecklembourg. Rostock, 1901.

SCHIN-ICHI TAKANO, Les propriétés chimiques du pétrole japonais. (*Chem. u. Technik. Zeit.*, 1901.)

F.-C. THIELE, Sur le pétrole du Texas. (*Chemik. Zeit.*, 1901.)

E. WEINSCHENK, Instructions pour l'usage du microscope polarisant. Freiburg im Breisgau, 1901.

A. WEISKOPF, Le mercure et sa production. (*Zeit. f. angew. Chem.*, 1901.)

Notices.

Les minerais à l'exposition universelle de Paris.

Le gisement de pyrite de Lading en Carinthie.

La production totale de la houille en 1899.

L'approvisionnement en charbon de Berlin en 1900.

La production de charbon de la Prusse en 1900.

La production totale de charbon en France, de 1895 à 1900.

Les houillères de l'Asie Mineure.

La consommation probable de charbon du bassin du Donetz pour l'année 1901.

La production de l'écume de mer en Turquie.

Les mines d'asbeste de Quebec (Canada).

L'origine des thermes sulfureux.

Le stratomètre de Leydendekker.

FASCICULE VIII, D'AOUT 1901.

Articles originaux.

B. Lotti, Les gîtes métallifères stratifiés et le gîte du cap Garonne en France (pp. 281-283).

R. Zuber, Sur l'origine du *flysch* (pp. 283-289).

J.-H.-L. Vogt, Nouvelles recherches sur la séparation de minerais de fer titanifères dans des roches éruptives basiques (*suite*) (pp. 289-296).

Correspondances.

Dr Söhle, L'extraction de minerais sulfurés à Oeblarn, en Styrie.

Travaux récents analysés.

C. Sass, Observations sur les variations de l'eau souterraine.

E. Zimmermann, Contribution à la connaissance du Trias de la Haute-Silésie.

C.-R. van Hise, Quelques lois régissant la formation de gîtes métallifères.

A. Lacroix, L'or de Madagascar. (*Comptes rendus Acad. Paris,* t. CXXXII, 1901.)

J. Karsten, Sur les ardoises d'Angers. (*Rev. univ. mines,* t. LII.)

Semper, Les gîtes aurifères de la Transylvanie (*suite*).

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

M. Schlefer, La propriété publique des mines. Vienne.

B. — Choix de titres parmi les indications d'ouvrages et de mémoires récemment parus, signalés dans la Revue.

J.-W. Anderson, Manuel du prospecteur. Traduction française par I. Rosset. Paris.

E. Van den Broeck, Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV, 1901.)

J. Cornet, Étude géologique sur les gisements de phosphate de chaux de Baudour. (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, 1900.)

W. Dannenberg, Le code minier général pour le royaume de Saxe. Leipzig.

S.-F. Emmons, Les caractères et l'origine des dépôts de contact. (*Amer. Inst. Min. Eng.*, 1901.)

F. Evers, Le procès de l'*Apollinaris* et son importance pour le commerce honnête des eaux minérales. Berlin, 1901.

F. Geinitz, Les travaux préparatoires pour le levé géologique du Mecklembourg. (*Arch. Ver. fr. Naturg. Meckl.*, 1900.)

A. Habets, La suralimentation artificielle des filtres naturels. (*Rev. univ. mines*, 1901.)

M. Hildebrandt, Les époques glaciaires de la terre, leur durée et leurs causes. Berlin, 1901.

R.-A. Hunt, L'âge de la terre et le sodium de la mer. (*Geol. Mag.*, 1901.)

A. Lacroix, Sur les minéraux des gîtes métallifères d'Ambatofangehana (Madagascar). (*Bull. Soc. franç. min.*, t. XXIII, 1901.)

Idem, Sur les gneiss aurifères de Madagascar. (*Ibid.*)

Idem, Sur les minéraux des gisements manganésifères des Hautes-Pyrénées. (*Ibid.*)

G.-A.-F. Molengraaff, L'expédition à Bornéo. Amsterdam.

Siebert, Le platine, sa production et son usage dans l'industrie. (*Grazer Montan. Zeit.*, VIII.)

A. Spilberg, Les mines et la métallurgie dans le midi de la Russie. (*Rev. univ. mines*, t. LIII, LIV.)

X. Stainier, Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XV.)

Tecklenburg, Le forage industriel dans son développement historique jusqu'à sa perfection et son importance actuelle. Hanovre.

C. Kl.

C.-R. Van Hise. — **Quelques lois régissant la formation des gîtes métallifères.** (*Transact. Inst. of Mining Engineers,* 1900; d'après le résumé de M. Schmidt dans la Zeitschr. f. prakt. Geol., 1900, Bd VIII, S. 302.)

L'auteur divise les gîtes métallifères en trois catégories :

1° Les gîtes d'origine ignée, tels que sécrétions magmatiques ou formations pneumatolytiques;

2° Les gîtes sédimentaires, formés par dépôt direct d'eaux superficielles;

3° Les gîtes déposés par les eaux souterraines. C'est de ces derniers qu'il sera surtout question.

Déjà auparavant, l'auteur avait divisé la croûte terrestre en trois zones. Dans la zone supérieure, la *zone de fracture* (*zone of fracture*), les roches se fracturent et se fendillent sous l'influence d'actions mécaniques; on y rencontre des fractures, des séparations, des diaclases, la schistosité, des failles, des brèches et autres données analogues. Dans la zone profonde, la *zone de coulée* (*zone of flowage*), à cause de la surpression y existante, il ne peut s'effectuer que des mouvements moléculaires; ni fissures ni d'autres creux y sont possibles : les roches y sont *plastiques* et susceptibles de *couler*. L'auteur calcule que cette zone commence à 10 ou 12 kilomètres de profondeur. Entre ces deux zones, il admet encore la présence d'une zone intermédiaire, où il y aura, suivant les circonstances, tantôt des fractures, tantôt des coulées.

Il en résulte que toutes les fissures doivent se fermer et disparaître à une certaine profondeur et que les eaux qui y circulent n'ont accès que par le haut ou par les côtés. La circulation de l'eau est confinée à la zone de fracture. L'auteur y distingue deux horizons : la *zone d'altération* et la *zone de saturation;* cette dernière est complètement immergée. Il calcule, d'après les températures et les pressions existant dans les diverses profondeurs, que l'eau reste toujours à l'état liquide; elle ne peut se transformer en vapeur que sous l'influence d'une élévation *anormale* de la température, par des éruptions volcaniques par exemple.

De grands creux favorisent la circulation de l'eau; elle sera d'autant plus lente et moindre que les fissures seront plus étroites. L'état plastique l'empêche presque complètement. L'eau de circulation provient presque exclusivement de l'atmosphère et prend ses sels dans la zone de fracture. Elle descend d'abord dans les diverses fentes et fis-

sures, s'échauffe de plus en plus dans les profondeurs et remonte enfin vers la surface dans les fissures les plus larges, pour venir au jour de nouveau dans certains cas exceptionnels. Les chemins parcourus seront donc, en général, des couches ouvertes vers le haut.

Les eaux arrivant dans les fissures collectrices montantes à des endroits différents, auront parcouru des chemins variés; elles auront, en conséquence, une composition différente et peuvent donner lieu à des dépôts de substances diverses. L'eau, en effet, en descendant se sera saturée, sous l'influence de la température et de la pression toujours augmentantes, des diverses substances rencontrées en route ; en remontant et en se refroidissant, elle les abandonnera et les déposera sur les parois des fissures parcourues, opérant ainsi une *première concentration* de substances minérales, principalement de sulfures, extraits des diverses roches éruptives.

Mais cette première concentration ne fournira qu'exceptionnellement des gîtes exploitables, comme, par exemple, les gîtes aurifères du lac Supérieur ou les filons aurifères de Nevada City et de Frau Valley, en Californie.

En général, une *seconde concentration* sera nécessaire pour arriver à cette fin, et celle-ci s'effectuera dans des profondeurs variant habituellement de 50 à 100 mètres, rarement à 500 ou 1 000 mètres, quand, par suite d'un abaissement du niveau d'eau, une partie de la zone immergée sera mise à sec. Les sulfures y déposés seront alors oxydés et entraînés, à l'état de sulfates, vers le bas par les eaux de circulation. Réduits de nouveau d'une manière ou d'une autre, — par des substances organiques, par exemple, ou par d'autres agents réducteurs, — ils s'ajouteront aux dépôts déjà formés. Cette seconde concentration s'observe généralement dans les horizons moyens des gîtes métallifères; le plus souvent au voisinage de la nappe d'eau. On a donné encore d'autres explications à cet enrichissement secondaire. M. *de Launay*, par exemple, l'explique par l'élimination, au moyen d'un lessivage, de substances de moindre valeur, — du fer, par exemple, — ce qui augmenterait naturellement la teneur des minerais en métaux précieux. Cela se peut dans certains cas, mais l'auteur est convaincu qu'en général les solutions enrichissantes viennent d'en haut.

Par suite de mouvements orogéniques, il se peut que la direction de la circulation d'eau soit parfois changée dans le même filon au cours des époques géologiques. Alors des dépôts plus compliqués et plus difficiles à expliquer peuvent prendre naissance. V. D. W.

R. Zuber (Lemberg). — **Sur l'origine du « flysch »**. (*Zeitschr. f. prakt. Geol.*, 1901, Heft VIII, SS. 283-289.)

Sous le nom de *flysch*, donné d'abord à certaines couches des Alpes suisses et bavaroises, on désigne actuellement un *facies* particulier des terrains crétacé et tertiaire de la province méditerranéenne, développé surtout sur la bordure septentrionale de l'ancienne chaîne alpine. Ces couches, généralement bien stratifiées et d'une puissance souvent très considérable, — elles atteignent parfois plusieurs milliers de mètres, — se composent des roches suivantes : 1° de grès divers, notamment de grès à *hiéroglyphes;* 2° d'argiles et de schistes argileux; de marnes, parmi lesquelles des marnes à *fucoïdes;* 4° de sphérosidérites; 5° de silex, de phtanites et de ménilites; et 6° de conglomérats et brèches renfermant souvent de nombreux blocs *exotiques*. Toutes ces roches se combinent entre elles de la manière la plus diverse et montrent, d'un endroit à l'autre, une très grande variabilité de développement. Les récifs de coraux et les bancs de coquilles leur font défaut d'une manière générale.

Les fossiles bien conservés leur manquent généralement aussi, et l'on n'y rencontre que des *débris* peu caractéristiques. Par contre, on y trouve certains organismes, soit microscopiques, tels que foraminifères, soit consistant en brachiopodes et en algues, ainsi que ces formes singulières, d'une origine encore assez problématique, désignées sous les noms de *fucoïdes* et *hiéroglyphes*. On considère les premières généralement comme des empreintes de plantes marines. Quant aux *hiéroglyphes,* ce sont, d'après l'opinion générale, dans la plupart des cas, les produits de la déformation de dépôts encore plastiques : des vestiges de l'action vitale d'êtres disparus, — telles que les marques de la marche de mollusques, de vers, etc., — les empreintes de ces organismes ou de certaines parties de leur corps, les traces de l'action mécanique de la pluie, des vagues, etc. Tous ces faits indiquent, comme lieu au formation, pour le *flysch,* le littoral ou une mer peu profonde.

Un séjour de plusieurs mois à l'île Trinidad et au Venezuela, pour y étudier les gîtes d'asphalte, a permis à l'auteur de faire des observations qui, d'après lui, expliquent clairement la formation du *flysch.* Cette région, située à peu près au dixième degré de latitude Nord, a un climat franchement tropical, c'est-à-dire une haute température moyenne et beaucoup de pluie; dans la saison relativement sèche, de novembre en mai, l'alizé Nord-Est prédomine; la saison des pluies est

caractérisée par des ondées très abondantes, des orages, des calmes et des ouragans. Entre l'île de Trinidad et le continent sud-américain s'étend la *baie de Paria*, presque entièrement fermée et ne communiquant avec l'Océan que par deux détroits : le *boca del dragon* et le *boca del sierpe*. Le bord septentrional de cette baie, la presqu'île de Paria, est formé de roches cristallines anciennes, gneiss, micaschistes, quartzites et calcaires; viennent ensuite, vers le Sud, des dépôts crétacés et tertiaires, montrant parfois très nettement les caractères du *flysch* et entourés de vastes sédiments diluviens et alluviaux. Une foule de petites et de grandes rivières se déversent de tous les côtés dans cette baie; rivières dont les plus importantes, venant du Sud, sont quelques bras de l'Orénoque; ces rivières forment, à leur embouchure, une sorte de marais salés recouverts d'une épaisse végétation de *mangroves*. Les marées y sont très accentuées, avec une différence de niveau de 2 à 6 mètres et plus, et se font sentir encore loin en amont dans les rivières.

L'eau de la baie de Paria n'est relativement pure que dans la partie septentrionale, où l'on rencontre de nombreux coraux et de grandes coquilles marines. Vers le Midi, elle devient de plus en plus trouble, et déjà à quelques milles des embouchures de l'Orénoque, elle présente l'aspect d'une immense mare sale, jaune ou rougeâtre. Si l'on se promène, à la marée basse, sur la plage de la petite ville de Guiria, située au Nord-Ouest, on y remarque de grandes masses de sable pur avec intercalations de graviers divers, plus ou moins gros, le tout dérivant des roches cristallines citées plus haut. La mer, très agitée à cet endroit, mais pure, rejette une masse de plantes, de fragments de coraux et des coquilles, qui sont aussitôt complètement broyés entre les galets. Plus loin, aussi bien vers l'Est que vers l'Ouest, on ne retrouve plus le sable, qui y est remplacé par une argile grise avec nombreux fragments de roches arrachées aux falaises; cette argile provient des dépôts calcaires et quaternaires voisins. On y trouve donc, en voisinage immédiat, des sédiments qui peuvent donner lieu à la formation de grès, de conglomérats et d'argiles avec blocs exotiques, renfermant une certaine quantité de restes organiques rarement bien conservés. Mais ce sont là des faits déjà connus ailleurs et qui ne suffisent pas encore à expliquer le mode de formation du *flysch*.

Des faits plus intéressants s'observent aux embouchures de chacun des grands bras de l'Orénoque, par exemple à celle du Caño Pedernales, large de 1 500 mètres et dont l'eau est encore salée, à la saison sèche, à 10 kilomètres en amont. Le jeu des marées y est très vif, et, à 5 milles de l'embouchure, tout le Delta est entouré d'une barre sous-

marine, traversée seulement par quelques chenaux étroits. Dans la mer ainsi que dans le fleuve même s'élèvent une série de petits récifs de grès ou de quartz, qui fournissent les matériaux pour des sables, des graviers et des blocs exotiques. Le fleuve amène des quantités énormes de vase et de sable fin, ainsi que des troncs et des branches d'arbres, des fruits, etc., et les dépose à son embouchure. La vitesse inégale et la direction variable des courants, les changements de niveau, les anfractuosités du fond et d'autres obstacles toujours changeants ont pour conséquence qu'à la même place se dépose tantôt du sable, tantôt de la vase alternativement argileuse, marneuse, etc. Par suite de l'égalité de niveau du fond et des grandes oscillations du niveau, provoquées par les marées, les vents et l'alternance des saisons, d'énormes surfaces du sol se trouvent souvent à sec pendant des heures, des jours, des semaines ou même des mois. On peut voir alors des crabes, des vers et d'autres animaux fouiller la vase; on remarque les traces que les pieds d'oiseaux ou des animaux rampants y ont laissées et l'on voit ces masses de matières animales se décomposer énergiquement sous l'influence de l'humidité et de la chaleur. Enfin le sol se dessèche et se crevasse, et tous ces vestiges vont, à la prochaine immersion, être moulés soigneusement et conservés ainsi par le dépôt d'une nouvelle couche de vase.

En un mot, on a ici une démonstration authentique de tous les phénomènes qui peuvent expliquer, d'une manière complète, le mode de formation du *flysch*, avec tous ses caractères souvent si énigmatiques.

Quant à la vie organique de ces eaux, on peut constater la présence de millions de poissons et de nombreux crustacés, tandis que les mollusques et les coraux y sont rares ou font complètement défaut. Mais de tous ces animaux, on ne trouve pas de traces dans les sédiments, leurs cadavres étant immédiatement dévorés ou détruits par décomposition. La plus grande partie des substances organiques leur est fournie par la végétation des algues, des mangroves et d'autres plantes croissant en grande abondance sur les côtes. C'est à ces substances aussi, d'une décomposition plus lente que les matières animales, que l'auteur attribue la formation des gîtes bitumineux — d'asphalte, de pétrole, etc. — qui sont intimement liés aux dépôts de *flysch*, dans ces régions comme ailleurs. Enfin l'auteur rappelle que, d'après les recherches de *Neumayr*, d'*Ettinghausen* et d'autres, le *flysch* a dû se former dans un climat tropical; sa situation et la présence caractéristique de l'argile rouge le prouvent suffisamment. V. d. W.

Ed. Imbeaux. — **L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition universelle de 1900.** (Extrait de la *Revue technique de l'Exposition.*) — Paris, E. Bernard et Cie, 29, quai des Grands-Augustins, 1901.

Un catalogue d'exposition ou de musée est d'ordinaire un livre d'un intérêt secondaire; l'énumération des objets exposés est tout au plus un aide-mémoire pour l'ancien visiteur.

Il y a toutefois des exceptions. On s'est arraché le catalogue du syndicat allemand des constructeurs d'appareils scientifiques à l'Exposition de 1900. Les catalogues du British Museum sont, pour chaque département des connaissances humaines, le livre le plus important à consulter : ce sont de vrais traités. L'ouvrage de M. Imbeaux est de la même catégorie; il porte en sous-titre : « Compte rendu des derniers progrès et de l'état actuel de la science sur ces questions. » L'auteur mentionne absolument tout; il passe très rapidement sur les principes fondamentaux, connus de tout le monde; mais il s'arrête plus spécialement sur les conquêtes des dernières années. Ce n'est donc pas un livre pour les débutants; mais tous ceux qui n'ont pu suivre en détail le progrès rapide des diverses questions de l'hydrologie, — et tout le monde est plus ou moins dans ce cas pour l'une ou l'autre question spéciale, — trouveront dans le livre de M. Imbeaux le moyen de se remettre rapidement au courant.

Il n'y a pas si longtemps, l'hydrologie était du domaine exclusif de l'ingénieur. Pour une distribution d'eau, on consultait aussi plus ou moins le chimiste. Puis le bactériologiste a voulu avoir son mot à dire. L'année passée, le Comité consultatif d'hygiène de France a découvert que l'adduction des sources était avant tout une question de géologie. Et un peu plus tard, M. Duclaux donnait le premier rôle au médecin. Dans la plupart des autres pays, notamment en Belgique, ces vérités étaient non seulement reconnues, mais appliquées depuis longtemps. M. Imbeaux a certainement été le premier en France à les proclamer et à les mettre en pratique. Il y a été amené par sa quadruple qualité d'ingénieur, de médecin, de géologue et de bactériologiste. La connaissance des langues étrangères a facilité ses relations avec les principaux travailleurs des divers pays dans chacune de ces spécialités. Sa vaste érudition garantit l'exactitude de ses affirmations; son tact scientifique assure une haute valeur à ses jugements. On a donc en lui un guide sûr. Il est à souhaiter que son livre reçoive l'attention des hautes personnalités offi-

cielles en France, qui pourraient y apprendre beaucoup de choses sur lesquelles leurs idées ne semblent pas encore bien fixées pour le moment.

Il est difficile d'analyser un traité; on doit se borner à signaler les points nouveaux. Mais ici également nous nous trouvons embarrassés, puisque ce sont surtout les nouveautés sur lesquelles le livre insiste plus particulièrement.

Il y a tout un chapitre qui a la valeur d'un travail original. C'est une revue générale des principales nappes aquifères dans tous les pays et un essai de nomenclature de ces nappes d'après leurs relations avec les couches géologiques. L'auteur a réuni un très grand nombre de documents, les a résumés et en a tiré la quintessence sous forme de diagrammes. Ces renseignements ne mettront pas le premier ingénieur venu à même d'établir un projet de distribution d'eau dans une localité d'Amérique ou de Hongrie, par exemple, mais ils donnent une orientation préliminaire très utile, que tout homme au courant de son métier peut aisément compléter par des détails. La France est étudiée plus à fond. Nous profiterons des rares occasions que nous offre M. Imbeaux pour signaler une petite rectification. Le diagramme représentant la constitution géologique des Ardennes, avec le bassin de Dinant et le bassin de Namur, est un vieux cliché où la crête du Condroz, qui sépare ces deux bassins, est marquée comme d'âge cambrien, de même que le bord Nord du bassin de Namur, le primaire du Brabant. En réalité, la cuvette namuroise est silurienne; le Cambrien n'existe que sur le bord Sud du bassin de Dinant, où le Silurien manque. C'est Gosselet, le distingué professeur de Lille, qui est responsable de ce diagramme, mais qui l'a aussi rectifié dans son magnifique ouvrage l'*Ardenne*. Les clichés ont la vie parfois dure; celui en question a figuré dans le traité de de Lapparent et les éditeurs continuent à l'utiliser.

Signalons encore une « erreur » : à la page 116, il est question de l'épidémie de fièvre typhoïde de Zurich en 1880 ; c'est 1884 qu'il faut lire. Ce sont là choses graves; j'ai un jour laissé passer 1839 au lieu de 1829, comme date de la construction du premier filtre par Simpson pour la Chelsea C°, et c'est avec confusion que je rencontre parfois cette indication inexacte dans des articles de revue. Un bon prote est un présent des dieux.

Une nouveauté intéressante est le dosage des matières minérales dissoutes, par... le téléphone. « Ce procédé encore inédit (1) a été

(1) Publié depuis : *Comptes rendus Acad. Sciences Paris*, 29 avril 1901, t. CXXXII, p. 1046.

imaginé et appliqué depuis un an par M. Müller, professeur à la Faculté des sciences de Nancy. Il consiste à évaluer le degré de minéralisation totale d'une eau par la mesure de sa conductibilité électrique. L'appareil se compose simplement d'un vase où l'on verse l'eau à analyser et dans lequel plongent deux plaques de platine, formant deux électrodes séparées par une distance invariable; le vase est mis dans une étuve ou armoire à température constante (cette condition est de rigueur, la conductibilité variant avec la température); puis on n'a plus qu'à faire la mesure de la résistance opposée par le liquide au passage du courant, par la méthode du courant alternatif et du téléphone. » (P. 269.)

Le chapitre sur l'analyse chimique des eaux se compose d'une série de tableaux mentionnant pour chaque corps tous les moyens de détermination quantitative; la méthode recommandée par l'auteur est imprimée en lettres grasses. L'adoption de l'une ou l'autre méthode est, jusqu'à un certain point, une question de goût. Chacun prend instinctivement comme norme de comparaison, ce qu'il fait lui-même; plus l'accord sera parfait, plus on trouvera que l'auteur a raison et a fait preuve de tact; des éloges qu'on ne lui marchandera pas, il en rejaillit quelque chose sur soi-même, et cela fait toujours plaisir. Je me trouve donc, par raison de modestie, empêché de dire beaucoup de bien du choix de M. Imbeaux. Il donne la préférence aux méthodes volumétriques par solutions titrées aux pesées directes. Ces dernières sont plus précises; mais pour la pratique courante, les dosages par les liqueurs sont suffisamment exacts et infiniment plus commodes. En examinant certains bulletins d'analyses, on ne peut se défendre de l'impression que le chimiste aurait, sans inconvénient, pu simplifier les choses. Le désir d'arriver à la plus grande exactitude est louable en soi; mais il en résulte des frais élevés et l'impossibilité de concourir, pour des praticiens moins bien outillés, mais parfois tout aussi méritants. Le seul point sur lequel il y a écart entre les méthodes généralement usitées en Belgique et M. Imbeaux, est le dosage des nitrates. M. Imbeaux recommande le procédé Schulze-Tiemann (transformation de l'acide nitrique en bioxyde par le chlorure ferreux et lecture volumétrique du gaz dégagé), de préférence à la méthode à l'indigo, de Marx; mais il est certain que cette solution d'indigo est une des plus désagréables du laboratoire de l'hydrologiste.

Après l'exposé sommaire des méthodes vient la discussion des résultats, l'interprétation des chiffres. L'auteur maintient son ancienne manière de voir, qui est la bonne, au sujet de l'impossibilité de déter-

miner des maxima généraux. Pour les analyses bactériologiques également, il y a quelques pages excellentes sur la peur irraisonnée du microbe.

Une chose assez nouvelle aussi, pour un traité sur les eaux, c'est un résumé des diverses législations sur les distributions, la protection des sources, etc. C'est un peu sommaire, mais le sentiment de non-satiété est un hommage à l'intérêt de ce que l'auteur nous en donne et qu'il ne pouvait étendre sans sortir des dimensions raisonnables de l'ouvrage. Ici encore, la législation française est plus détaillée, ce qui, pour un ouvrage français, était tout indiqué.

Quant aux chapitres sur la pratique même des distributions d'eau, — captage des sources, drainage, filtration des rivières, épuration industrielle, conduites, compteurs, pompes, — ils constituent le fonds de l'ouvrage. Cela est impossible à résumer.

Comme conclusion de cet article, qui n'est pas une étude, moins encore un compte rendu, mais uniquement un avis dans l'intérêt de tous ceux qui ont à s'occuper d'une question d'eau, répétons que le livre de M. Imbeaux est complet et au courant jusqu'au dernier jour; les derniers ozonisateurs et M. Bergé avec le peroxyde de chlore y sont. Le sérieux des connaissances et la clarté du style se prêtent un mutuel appui; c'est un livre qu'on voudrait avoir fait soi-même.

AD. K.

T. SUESS. — **L'asymétrie de l'hémisphère Nord.** (*L. Ber. der Math.-Nat. Klasse von K. Ak. der Wiss.*, Wien, Bd CVII, 1898. Traduit du *Geol. Centralblatt*, Bd I, n° 15, 1er août 1901.)

L'auteur étudie d'une manière générale la disposition des chaînes de montagnes de l'Eurasie et de l'Amérique. Il détermine la direction du plissement dans les deux continents. Cette direction, depuis la presqu'île de Kanin jusqu'à la mer de Behring, ne coïncide pas avec les autres plissements de l'Eurasie et ne retrouve pas son équivalent en Amérique. La constitution des plis eurasiatiques s'est faite d'après un plan qui était déjà indiqué pendant la période précambrienne, et qui probablement n'est pas encore terminé aujourd'hui. En Europe, le plissement s'est étendu depuis les Hébrides jusqu'aux Alpes, de l'extérieur vers l'intérieur; en Asie, par contre, les plissements les plus jeunes se trouvent à la périphérie. Parmi les plissements européens, il

y en a quelques-uns qui se recourbent sur le bord de l'océan Atlantique (Gibraltar, Meseta espagnole); d'autres sont peu connus dans leur développement; d'autres encore, telles la chaîne de l'Armorique et la chaîne des Hébrides, s'étendent à travers l'Océan jusqu'en Amérique, où elles prennent une direction concave. Les déplacements horizontaux s'y produisent vers la concavité de l'aire, et l'avant-pays (*Vorland*) est entouré par la concavité du plissement, tandis que le contraire a lieu en Europe et en Asie. De sorte qu'en Eurasie, le déversement des plis et du mouvement se fait vers l'extérieur, et vers l'intérieur en Amérique. Le Nord de l'océan Atlantique, qui interrompt les plissements entre l'Europe et l'Amérique, est plus jeune que ceux-ci. On peut constater de cette façon qu'il existe depuis les temps précambriens une asymétrie latérale de l'hémisphère Nord. Le mouvement de déversement du Nord au Sud en Asie pourrait être attribué à l'aplatissement de la terre. Il paraît plus probable qu'il y a un rapport entre le magnétisme terrestre et la force qui produit l'élévation des montagnes, car le pôle magnétique est placé au centre du déversement. Quant à la persistance entre les aires continentales et l'Océan, il est établi que depuis les temps cambriens, les régions d'adduction et d'abduction sont restées les mêmes, cependant de nouveaux océans se sont formés par suite d'effondrement, d'autres ont disparu par suite de l'effondrement de régions éloignées; de sorte que malgré la persistance des causes formatrices, les contours des mers et des continents changent constamment. V. D. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

A. de Lapparent. — **Les volcans géologues.**

Qu'est-ce que peut bien être un *volcan-géologue* se demanderont sans doute les lecteurs de ce recueil. Quel rapport est-il permis d'imaginer entre ces bruyants appareils qui vomissent des laves et les paisibles ramasseurs de pierres qu'on voit rôder dans les chemins creux et les carrières, à la recherche d'échantillons de roches ou de fossiles!

Cependant, en y réfléchissant, l'analogie n'est peut-être pas si lointaine qu'on pourrait le croire dans un premier examen. En effet, la fonction propre du géologue est d'interroger les profondeurs de l'écorce terrestre, afin d'y découvrir, soit dans la nature et le mode d'association des éléments minéraux, soit dans les caractères des débris organiques contenus au sein des couches sédimentaires, les éléments d'une histoire de l'écorce. Plus une tranchée est profonde et plus précieuses sont les informations qu'elle fournit. Le géologue gémit toujours de ne pouvoir descendre assez bas dans ses recherches; et c'est pour lui une réjouissance inappréciable quand un sondage au diamant, entrepris en vue d'une recherche de mines, va lui chercher, à des profondeurs de 2000 mètres, comme cela s'est déjà vu, des échantillons reconnaissables du terrain sous-jacent

Or, cette fonction de sondeur, toujours si coûteuse, certains volcans l'exercent ou l'ont exercée d'eux-mêmes pour le plus grand profit des géologues. Ce sont ceux où l'émission des laves a été accompagnée d'explosions assez violentes pour faire sauter en l'air non seulement des bombes de scories, qui ne sont que de la lave solidifiée, mais une partie plus ou moins notable du terrain sur lequel l'appareil volcanique s'était établi.

Le premier des volcans chez qui cet office ait été constaté est le Vésuve : non pas le Vésuve actuel, c'est-à-dire le cône de cendres et de laves qui surgit au-dessus de la baie de Naples, mais la montagne semi-circulaire qui entoure à distance l'appareil actif, et n'est elle-même que le reste d'un cône considérable, formé surtout par de gigantesques explosions, à une époque peu antérieure à la première occupation de la contrée par l'homme.

Cette montagne, célèbre dans l'histoire des controverses géologiques, s'appelle la Somma. Elle est constituée par un enchevêtrement de nappes de laves et de débris de toute sorte, empruntés à un fond qui nulle part ne se laisse voir au jour, étant audessous du niveau de la mer et recouvert par des matériaux volcaniques. Dans ces débris, on trouve parfois des morceaux d'une marne grise, avec coquilles marines, qui prouvent que le terrain *subapennin,* celui du Monte Mario, près de Rome, forme le substratum immédiat du volcan.

D'autres fragments, constitués par un tuf avec empreintes végétales, nous ensei-

gnent qu'une période continentale a suivi cet épisode marin. Mais les morceaux les plus instructifs sont ceux qui, depuis longtemps, ont signalé la Somma à l'attention des minéralogistes, à cause des espèces rares et bien cristallisées qu'ils renferment. On sait aujourd'hui, à n'en pas douter, que leur origine doit être cherchée dans les calcaires sédimentaires d'âges divers, qui forment l'ossature de l'Apennin méridional et existent en profondeur sous le volcan.

Ces calcaires, tenus en digestion, sous une pression énorme, au contact des matières fondues et des vapeurs à la base du Vésuve, ont éprouvé des transformations très curieuses, propres à nous donner la clef du « métamorphisme », c'est-à-dire des changements par suite desquels un ancien sédiment peut revêtir une forme entièrement cristalline. Ici donc le volcan n'a pas seulement fait l'office de sondeur complaisant, amenant au jour ce qui devait rester enfoui dans les entrailles inaccessibles de l'écorce. Au préalable, il avait apporté la toute puissante collaboration de son merveilleux laboratoire à ces études de « géologie expérimentale » dont Daubrée a été l'initiateur.

Un autre volcan, celui-là situé aux Antilles, dans l'île de la Trinité, a parfois rejeté des blocs d'une roche cristalline dont les divers éléments ne sont pas moins gros que ceux des granites, fournissant ainsi la preuve que les roches largement cristallisées sont le produit d'une activité qui ne voit pas le jour.

Beaucoup moins violentes que les projections de la Somma, mais non moins instructives, sont celles des volcans boueux des îles de la Sonde. Il y a peu d'années, un voyageur en route pour Timor dut, par suite de mauvais temps, relâcher dans un îlot voisin, celui de Rotti. Pour se désennuyer, il alla voir les petits volcans de boue, depuis longtemps connus sur cette île, et qui consistent en de simples mares de boue salée, occupant le centre d'un cône plat. Ces mares sont agitées par des bulles qui viennent crever à la surface, projetant parfois quelques pierrailles à droite et à gauche. Quelle ne fut pas la surprise du voyageur en apercevant, parmi les débris ainsi projetés, des « cornes d'Ammon » et autres fossiles, alors que le terrain de l'île consiste exclusivement en tufs volcaniques? Il les recueillit et les rapporta en Europe, où l'on y reconnut des fossiles tout à fait semblables à ceux qu'on récolte, en Lorraine ou en Bourgogne, à la base du terrain jurassique. Indication précieuse s'il en fut pour l'histoire des mers anciennes, dans une région du globe où, jusqu'à cette date, il semblait qu'il fallût désespérer de trouver aucun vestige de cet âge!

Parlerons-nous aussi des volcans d'Auvergne, où les délicates recherches de M. Lacroix ont permis de reconnaître, au sein de certaines laves, des portions qui certainement représentent des « enclaves », c'est-à-dire des fragments de terrains sous-jacents beaucoup plus anciens? Non seulement on peut s'y faire une idée de la base du massif du Mont-Dore, mais ces enclaves, profondément modifiées, laissent constater des phénomènes très semblables à ceux qui caractérisent les blocs à minéraux de la Somma. On y assiste, pour ainsi dire, à la « digestion » des blocs par la lave et à la production, dans leurs cavités, de minéraux engendrés par les gaz mélangés à la masse fondue.

Enfin, tout récemment, l'Angleterre est venue apporter son contingent au catalogue de ce que nous nous sommes plu à appeler des « volcans géologues ». Mais ici le service rendu par ces appareils est plus original; ce ne sont plus des coups de sonde profonds; il s'agit de la conservation systématique de matériaux destinés sans cela à une destruction certaine!

Entre l'Écosse et l'Irlande se trouve l'île d'Arran, connue pour ses formations éruptives d'âge tertiaire. Un des anciens évents volcaniques, celui d'Ard Beihnn, aujourd'hui fortement démantelé, se signale par des « agglomérats », c'est-à-dire des accu-

mulations de blocs de toutes sortes. Or, parmi ces blocs, on trouve de véritables paquets d'un terrain contenant des fossiles jurassiques, et qui devait couvrir la surface de l'île avant que les volcans s'y fussent établis. Des écroulements, contemporains de la formation de ces volcans, ont permis aux paquets en question, par leur chute dans la cheminée, d'échapper à l'érosion qui les eût infailliblement détruits.

Ainsi le volcan d'Arran a agi non seulement en géologue, mais en « conservateur de collections ». Lui, appareil destructeur par excellence, a empêché la perte totale du lambeau par lequel le terrain jurassique d'Écosse se reliait à celui des contrées du Sud-Ouest de l'Angleterre; absolument comme la coulée de basalte d'Antrim, sur la côte d'Irlande, a empêché la ruine totale de la couche de craie tendre, sur laquelle elle s'est épanchée en la durcissant.

Concluons donc : en premier lieu, que les volcans sont parfois de très utiles collaborateurs pour les géologues, non seulement par les données qu'ils fournissent sur l'activité interne du globe, mais aussi par les documents qu'ils apportent sur les profondeurs inaccessibles de l'écorce sédimentaire; en second lieu, que ce serait leur faire un tort immérité, si on voulait les considérer comme ayant pour unique fonction de ravager et de détruire; puisqu'il est des cas où, par un véritable paradoxe, leur action préservatrice est venue se mettre en travers de l'œuvre de destruction, lente celle-là mais inflexible, qu'accomplissent aux dépens de la terre ferme les eaux courantes et les agents atmosphériques.

(*La Nature,* n° 1468 du 13 juillet 1901.)

E. Vincent. — Description de deux espèces nouvelles de Mollusques provenant du Tongrien supérieur.

La première de ces espèces, assez répandue dans l'horizon inférieur de Bautersem, était désignée à tort sous le nom *Psammobia stampinensis* Desh.; M. Vincent la nomme *Solenotellina brabantina*. L'autre coquille est un *Potamides*, qu'on a toujours confondu avec *P. Vivarii* Opph. (= P. *elegans* Desh. = P. *Weinkauffi* Tourn.), et qui s'en distingue par son ornementation plus carénée; M. Vincent le nomme *P. thenensis*, du nom de Tirlemont (*Thenæ*); il faudrait alors l'écrire : *Thenæensis*.

(Bruxelles, 1899, *Soc. R. malac. de Belg.,* Bull. séances, pp. cxxvi et suiv. avec fig. *Rev. crit. de Paléozoolog.*, 4e année, n° 2, avril 1900, p. 73.)

Les grandes recherches houillières.

La *Revue Industrielle de Charleroi* annonce que des sondages ont été pratiqués dans le Nord de la Belgique afin de découvrir le bassin d'Allemagne. C'est par Asch, dans le Limbourg, qu'on a recoupé le terrain houiller en deux couches et deux veines. Cela confirme d'une façon éclatante la continuité des plis hercyniens que nous avons tracés nous-même ici dans notre carte sur le prolongement des bassins connus sous des terrains plus récents (1). Cela donne encore plus d'actualité à notre hypothèse du prolongement en France du bassin de Sarrebruck, et puisque le pli hercynien qui va de la Ruhr à l'Angleterre a cette amplitude colossale, pourquoi le pli hercynien de Sarrebruck ne lui serait-il pas parallèle et n'irait-il pas, comme nous l'avons admis, jusque sous Paris ?

(1) *Écho des Mines et de la Métallurgie,* 1er novembre 1900.

Nous ne cesserons de mettre en lumière cette hypothèse et d'attirer sur elle l'attention de ceux qui ne veulent pas s'hypnotiser dans des sentiers trop battus et désirent aller franchement de l'avant.

On nous assure que la Société Solvay a décidé le fonçage d'un puits sur les bords du Rhin, qui sera un événement minier de premier ordre. Ce puits, ayant à traverser toute la formation salifère, devra être prolongé pour atteindre le terrain houiller, qu'on a la presque certitude de rencontrer. Les calculs donnent au premier jet une profondeur de 600 mètres.

Ce fonçage se fera dans des conditions tout à fait remarquables.

Trois cents mètres seraient faits à la congélation et les 300 autres par le procédé Chaudron.

C'est le commencement, on le voit, des grands fonçages qui, peu à peu, habitueront les esprits aux exploitations de 600 à 1 000 mètres de profondeur.

Ce sont encore les Solvay, avec leur esprit d'initiative si résolu et si judicieux, qui entrent dans la voie nouvelle que notre camarade Poussigue a tracée avec son puits de 1 000 mètres. Les difficultés du fonçage Solvay sur le Rhin seront de premier ordre et très intéressantes pour l'industrie.

Nous suivrons ce travail avec soin. F. L.

(*L'Écho des Mines et de la Métallurgie*, n° 22, août 1901, p. 1029.)

E.-A. Martel. — Du mode de remplissage des cavernes.

Dans de savantes *Notes sur le remplissage des cavernes* (l'ANTHROPOLOGIE, 1892, p. 19), M. M. Boule a justement fait le procès aux grands déluges universels de Bückland, Schmerling, de Serres, C. Prévost, admis l'antériorité générale du creusement des vallées à celui des grottes et mis bien en relief l'importance de l'arrivée de terres des hauts plateaux par les fissures des voûtes de cavernes. Ses clairvoyantes observations de paléontologue peuvent être confirmées et complétées par celles de l'hydrologue, tirées des récentes explorations de cavernes et abîmes examinés au point de vue du régime et de l'action des eaux.

Parmi les causes du remplissage des cavernes, on s'accorde maintenant à reconnaître celles énumérées ci-après, mais on n'a peut-être pas encore suffisamment bien procédé à leur classification, à la différenciation de leurs caractères. Je crois répondre à la question du programme en proposant les distinctions suivantes, basées sur les plus nouveaux faits révélés et avant tout sur la classification *hydrologique* des cavités naturelles du sol.

Cette classification doit être, selon moi, la suivante :

1° *Abîmes* ou *absorptions de cours d'eau, morts* ou encore en activité, ayant servi ou servant toujours à engloutir les eaux atmosphériques : leurs formes sont plus ou moins vastes et compliquées; leur inclinaison est plus ou moins grande, depuis la verticalité absolue des vrais gouffres jusqu'à la quasi-horizontalité des *pertes*, ne présentant que le minimum de pente nécessaire pour l'écoulement de l'eau.

2° *Grottes allongées*, à pentes plus ou moins rapides également, vrais lits de rivières : *a*. permanentes; *b*. temporaires; *c*. desséchées.

3° *Points de réapparition des eaux souterraines*, faussement appelées sources — mieux dites *fontaines* et encore mieux *résurgences*.

4° *Grottes diverses* : *a*. de dissolution (gypses et sel gemme); *b*. volcaniques d'explosion et de retrait par refroidissement); *c*. d'entraînement (par évidement des

matières sableuses); *d.* d'éboulement (dans les interstices des chaos et glissements); *e.* d'érosion marine.

Ceci posé et si nous examinons l'une après l'autre les diverses causes du remplissage, de l'obstruction des cavités naturelles du sol, nous trouverons qu'elles doivent être énumérées dans l'ordre que voici, selon leur importance, c'est-à-dire selon le degré de fréquence de leur application :

1° *Apports extérieurs* (argiles, sables, cailloux, etc.) *par les fissures des voûtes.* — C'est le cas qui se présente le plus souvent (sinon celui qui a produit les plus grands effets), puisque, sauf de très rares exceptions, les cavernes sont avant tout formées par l'élargissement des fissures préexistantes du sol. Si ce n'est dans certaines grottes d'entraînement, évidées par exemple au milieu de dolomies compactes, il serait à peu près impossible de citer des voûtes exemptes de toute fissuration et, par conséquent, d'apports extérieurs.

2° *Délitement, effritement des roches encaissantes.* — Provoqué par les moindres infiltrations d'eau, subordonnée aussi à la fissuration, cette destruction, par menus fragments, des parois des cavernes est une cause de remplissage aussi fréquente que la première.

3° Il en est presque de même des *affaissements, effondrements, décollements,* par grandes masses, qui se produisent aussi bien dans les porte-à-faux trop étendus des cavernes desséchées que dans celles où se continue l'œuvre de sape des rivières souterraines. Cependant beaucoup de cheminées d'abîmes, actuellement hors de fonctions, sont si étroites et si hautes, si stables par conséquent, que leurs parois ne subissent plus de changement actuel, faute de chutes d'eau pour les produire : aussi ce facteur ne vient-il qu'en troisième ligne.

4° La *décalcification,* ou décomposition chimique du calcaire par l'eau chargée d'acide carbonique qui dissout la chaux et met en liberté l'argile pour en faire des bouchons ou tampons obturateurs, est fonction de l'abondance de l'eau d'infiltration et ne se rencontre que dans les cavernes humides ou à courants.

5° Les *concrétions* (stalactites et stalagmites), qui obstruent si souvent les parties rétrécies des voûtes ou galeries, ne se forment que dans les grottes où l'eau *suinte* lentement des fissures : les rivières souterraines en ralentissent, en principe, la formation, à cause du lavage incessant auquel elles soumettent leurs conduites intérieures.

6° L'entraînement volumineux des *alluvions, matériaux détritiques, résidus animaux et végétaux* n'a lieu que dans les *points d'absorption* (abîmes et pertes) encore en activité. Généralement ces pertes (katavothres du Pélopénèse, bétoires et entonnoirs de bassins fermés) sont en contre-bas des vallées qu'elles prolongent et, *par une exception plus fréquente qu'on ne le croit,* quelquefois creusées plus anciennement et plus bas que les vallées environnantes, etc.

7° Les *tufs,* véritables stalagmites externes, ne se forment guère qu'aux résurgences, qu'ils rétrécissent parfois considérablement.

8° Les *glaces* et *neiges* obstruent, tantôt en permanence, tantôt temporairement, les glacières naturelles et les puits à neige du Jura, des Alpes, des Balkans, etc.

9° Enfin le jet ou la *chute d'animaux* (morts ou vifs) est à peu près limité aux abîmes verticaux.

Tel est l'ordre d'importance des éléments de remplissage des cavernes. Quant à leur âge relatif, il est essentiellement subordonné aux dispositions infiniment variées de la topographie, de la géologie, de l'hydrologie, etc.

(Extrait des *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes en 1900,* SCIENCES. Paris, 1901.)

SÉANCE MENSUELLE DU 15 OCTOBRE 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 35.

En ouvrant la séance, M. le *Président* rappelle brièvement l'intérêt qu'a présenté la session annuelle extraordinaire de 1901, qui a eu lieu en France aux confins du bassin de Paris et de celui de Belgique et dont l'importance a été de beaucoup supérieure à celle que l'on avait espérée. L'excursion a été dirigée par notre éminent confrère, M. *J. Gosselet*, professeur à la Faculté des sciences de Lille; le bassin de Paris était représenté par MM. *Dollfus* et *Ramond* et celui de Belgique par les membres de la Société. Le compte rendu de la session, qui sera peut-être l'un des travaux les plus intéressants faits dans ces derniers temps sur les corrélations de la région Nord du bassin de Paris, a été confié à notre nouveau confrère, M. *Cooreman*, du Service géologique de Belgique.

M. le *Président* signale ensuite l'état de prospérité croissante de la Société, dont le nombre des membres atteint le chiffre le plus élevé que l'on ait constaté jusqu'ici, c'est-à-dire de 333 effectifs et de 63 associés regnicoles, sans compter 64 membres non payants.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le Bureau le fascicule IV du Bulletin de 1901, lequel sera bientôt suivi du fascicule V. Il rappelle que la livraison V et dernière du tome XIV (1900) a été distribuée pendant les vacances et il annonce que les procès-verbaux des séances du premier semestre de 1898 sont à l'impression; il espère pouvoir terminer le volume de cette dernière année au cours de cet exercice.

M. le *Président* est heureux de faire part à l'Assemblée de la nomination de M. le *baron A. de Loë* en qualité de Conservateur des Musées royaux des Arts décoratifs et industriels. (*Applaudissements.*)

Correspondance :

La *Société royale de Géographie d'Anvers* projette l'organisation d'une Exposition cartographique, ethnographique et maritime qui se tiendra à Anvers en mai prochain.

Sur la proposition de M. le *Secrétaire général,* l'Assemblée décide la participation de la Société à cette Exposition par l'envoi de documents de cartographie, tels que les travaux de M. l'ingénieur *Van Mierlo* (carte bathymétrique et carte lithologique de la mer du Nord).

M. le *Secrétaire général* annonce l'apparition du premier numéro du *Bulletin des Musées royaux des Arts décoratifs et industriels* et met des bulletins de souscription à la disposition des membres.

Le Bureau du Congrès international d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie, qui se tiendra à Grenoble, en 1902 a fait parvenir le programme du Congrès, duquel nous extrayons les parties suivantes comme rentrant dans le cadre de nos études.

A. — Hydrologie scientifique.

1. Des procédés pratiques d'analyse microbiologique applicables aux eaux minérales; des conséquences à en tirer au point de vue de l'exploitation. — *Rapporteur* : M. Bordas.
2. De l'importance de l'analyse chimique des eaux minérales, complète, au point de vue des matières minérales et organiques pour éclairer la médecine thermale. *Rapporteur :* Dr Garrigou.
3. Quelles doivent être les mesures légales à prendre pour sauvegarder l'exploitation des eaux thermales et minérales. — *Rapporteurs :* MM. Bouloumie et Desbleumortiers.

D. — Géologie.

12. Les eaux minérales bien captées subissent-elles des variations suivant les saisons, et quelles variations? — *Rapporteur :* M. Labat.
13. Relations des principales sources thermales du Dauphiné avec la nature géologique du sol; leur origine. — *Rapporteur :* M. Kilian.
14. Statistique des sources minérales de la Savoie et du Dauphiné. — *Rapporteur :* M. Primat.
15. Conditions géologiques et origine des eaux minérales d'Oriol et de La Motte (Isère). — *Rapporteur :* M. Lory.

L'Observatoire municipal de Montsouris a accepté l'échange du BULLETIN contre ses publications, dont il a envoyé les fascicules.

Le Comité d'organisation de l'*Exposition régionale et internationale d'agriculture*, qui se tiendra à Mons en 1902, a demandé l'insertion de l'avis suivant :

GÉOLOGIE AGRICOLE.

Le concours prêté à l'agrologie par les études géologiques portant sur les roches meubles superficielles, semble devoir gagner beaucoup en importance.

Cette proposition pourra se vérifier à l'occasion de l'Exposition régionale et internationale d'agriculture qui s'organisera à Mons, l'an prochain, avec l'intervention des pouvoirs publics, par les soins des sociétés provinciales d'agriculture.

La géologie appliquée y aura sa place ; des concours seront ouverts aux études géologiques concernant les sols arables des régions intéressées, ainsi qu'à la réalisation de cartes agronomiques types.

Pour le programme complet de l'Exposition, on est prié de s'adresser à M. A. *Mahieu*, secrétaire général, à Erquennes par Dour (Belgique).

M. le *Secrétaire général* estime qu'il est de l'intérêt de la Société de prendre part à cette exposition par l'envoi de nos travaux de géologie appliquée à l'agronomie. (*Adopté.*)

M. *Côme de Somzée* remercie pour les condoléances qui lui ont été adressées à l'occasion du décès de son père, dont il a accepté de prendre la place au sein de la Société.

La Commission internationale d'étude du projet de réédition des types d'espèces fossiles (Président : *K. A. von Zittel*; Secrétaire : *D. P. Oehlert*) a fait parvenir quelques exemplaires d'un projet de fiches destinées à l'examen du meilleur mode de réédition des types anciens d'espèces fossiles. Ces exemplaires ont été envoyés, pour avis, à ceux des membres qui s'occupent spécialement de paléontologie. La discussion de ce projet sera mise à l'ordre du jour d'une des premières séances de l'exercice prochain.

M. *Montefiore-Lévi* remercie pour les condoléances qui lui ont été adressées lors de la mort de sa femme.

Enfin, la *Société anonyme des Charbonnages belges* saisit la Société de la question de responsabilité en cas d'accident à l'occasion des travaux d'expériences grisouto-sismiques qui doivent être effectuées au charbonnage de l'Agrappe. (Renvoi au *Conseil* de la Société, qui sera spécialement appelé à statuer sur ce point.)

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3427. **Harmer, F. W.** *Influence of winds upon climate during the pleistocene epoch.* Londres, 1901. Extrait in-8° de 72 pages et 22 figures.

3428. **Mojsisovics (Edmund v.).** *Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben.* Vienne, 1901. Extrait in-8° de 114 pages.

3429. **Pittman, Edward F.** *The mineral resources of New South Wales.* Sydney, 1901. Volume in-8° de 487 pages, 3 cartes et nombreuses photographies.

3430. *** *A la mémoire de Michel-Edmond Baron de Selys Longchamps, 1813-1900.* Liége, 1901. Brochure in-8° de 51 pages et 1 portrait.

3431. **Richthofen (Ferdinand von).** *Geomorphologische Studien aus Ostasien. II. Gestalt und Gliederung der ostasiatischen Küstenbogen.* Berlin, 1901. Extrait in-4° de 27 pages.

3432. **Whitaker, W.** *Some Surrey Wells.* Croydon, 1901. Extrait in-8° de 21 pages.

3433. — *Kentish Well-Sections. In the Rochester district.* Rochester 1901. Extrait in-8° de 17 pages.

3434. — *The Croydon microscopical and natural history Club. Presidential address.* Croydon, 1901. Extrait in-8° de 12 pages.

3435. **Agamennone, G.** *Sismometrografo a tre componenti per forti terremoti.* Modène, 1900-1901. Extrait in-8° de 4 pages.

3436. **Mourlon, Michel,** *Sur l'état d'avancement du Répertoire universel des travaux concernant les sciences géologiques. (Bibliographia geologica.)* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 7 pages.

3437. **Launay, F.** *L'épuration bactérienne des eaux d'égout. Mission en Angleterre (novembre 1900).* Paris, 1900. Brochure in-4° de 36 pages, coupes et plans.

3438. **Stefano (Giuseppe de).** *L'Elephas (Euelephas) antiquus* Falc. *in Calabria e la sua contemporaneità con l'Elephas meridionalis* Nesti, *l'Elephas primigenius* Blum. *ed il Rhinoceros Mercki* Jaeg., *nel postpliocene dell' Italia e dell' Estero.* Messina, 1901. Extrait in-4° de 28 pages et 1 planche.

3439. **Vannérus, Jules.** *Fédération archéologique et historique de Belgique. Compte rendu des travaux du XIVe Congrès tenu à Arlon du 30 juillet au 2 août 1899, sous la direction de l'Institut archéologique du Luxembourg.* Arlon, 1900. Volume in-8° de 264 pages.

3440. **Gaillot.** *Carte agronomique-géologique au* $^1/_{40\,000}$ *du département de l'Aisne.* Feuille 1. Paris, 1895-1899.

3441. **Lemaire, Charles.** *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du mardi 13 juin 1899 au mercredi 19 juillet 1899.* Cinquième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 45 pages.

3442. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du dimanche 23 juillet 1899 au jeudi 17 août 1899. Section Lou-Alaba = Lou-Boudi.* Sixième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 60 pages.

3443. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du vendredi 18 août 1899 au vendredi 15 septembre 1899. Section Lou-Boudi = Lac Di-Lolo.* Septième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 58 pages.

3444. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du lundi 18 septembre 1899 au samedi 14 octobre 1899. Section Lac Di-Lolo = Lou-Akéra.* Huitième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 60 pages.

3445. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du samedi 21 octobre 1899 au lundi 13 novembre 1899. Section Lou-Akéra = Ka-Michi.* Neuvième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 45 pages.

3446. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du vendredi 17 novembre 1899 au mercredi 24 janvier 1900. Section Ka-Michi = Lofoï-Station.* Dixième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 70 pages.

3447. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du 27 janvier 1900 au 25 mars 1900. Section Lofoï = M'Pwéto.* Onzième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 65 pages.

3448. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du samedi 24 mars 1900 au vendredi 20 avril 1900. Section M'Pwéto = Baudouin-Ville.* Douzième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 49 pages.

3449. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du samedi 21 avril 1900 au lundi 14 mai 1900. Section Baudouin-Ville = M'Towa.* Treizième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 64 pages.

3450. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du mardi 15 mai 1900 au dimanche 10 juin 1900. Section M'Towa = Ka-Songo.* Quatorzième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 77 pages.

3451. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État indépendant du Congo, du vendredi 15 juin au samedi 25 août 1900. Section Ka-Songo = Stanley-Ville = Léopold-Ville.* Quinzième mémoire. Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 94 pages.

3452. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Itinéraire parcouru du 5 août 1898 au 2 mars 1900.* Échelle du $^1/_{1\,000\,000}$. Bruxelles, 1901.

3453. — *Mission scientifique du Ka-Tanga. Itinéraire parcouru du 24 mars 1900 au 5 juillet 1900.* Échelle du $^1/_{1\,000\,000}$ Bruxelles, 1901.

3454. **Uhlig, V.** *Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens.* Vienne, 1901. Extrait in-8° de 55 pages et 5 planches.

3455. **Schwab, P. Franz.** *Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1900.* Vienne, 1901. Extrait in-8° de 24 pages.

3456. **De Wildeman, E.** *Les caféiers.* Fascicule I. Bruxelles, 1901. Brochure in-8° de 43 pages.

3457. **Buttgenbach, H.** *Gisements de borate des Salinas Grandes de la République Argentine. Propriétés optiques de l'Ulexite.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 20 pages, 4 figures.

3458. — *Cristaux de quartz provenant de la désagrégation d'une granulite.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 1 page.

3459. — *Description d'un cristal de quartz d'Opprebais.* Liége, 1898. Extrait in-8° de 6 pages.

3460. — *Cuprite, malachite et azurite d'Engihoul.* Liége, 1898. Extrait in-8° de 1 page.

3461. — *Phénomènes de biréfraction produits par percussion sur la blende.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 8 pages.

3462. — *Description des cristaux de fluorine belge.* Liége, 1900. Extrait in-8° de 13 pages et 3 figures.

3462bis. — *Description de quelques cristaux du sol belge.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 19 pages et 10 figures.

3463. — *Projection oblique des cristaux simples et maclés sur un plan dont la notation est donnée.* Liége, 1899. Extrait in-8° de 32 pages et 4 figures.

3464. **Choffat, Paul.** *Échantillons de roches du district de Mossamedes.* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 5 pages et 2 planches.

— **Delgado, J.-F.-N.** *Quelques mots sur les collections de roches de la province d'Angola, récoltées par le R. P. Antunes.* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 7 pages.

— **Choffat, Paul.** *A Edade da Pedra no Congo por Xavier Stainier.* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 4 pages et 1 planche.

— **Gomes, J.-P.** *Novos Apontamentos sorre a « Libollite » (provincia d'Angola).* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 2 pages.

3465. **Günther, Siegmund.** *Akustisch-geographische Probleme, II.* Munich, 1901. Extrait in-8° de 53 pages.

3466. **Rupert, Jones T.** *The Enon conglomerate and its fossil Estheriæ.* Londres, 1901. Extrait in-8° de 4 pages et 4 figures.

3467. — *Carboniferous Shale from Siberia.* Londres, 1901. Extrait in-8° de 4 pages et 1 planche.

3468. **Gaudry, Albert.** *Sur la similitude des dents de l'homme et de quelques animaux.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 10 pages et 14 figures.

3469. **Choffat, Paul.** *Espèces nouvelles ou peu connues du Mésozoïque portugais.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 5 pages et 1 planche.

3470. **Schrader, Frank C. and Brooks, Alfred, H.** *Preliminary Report on the Cape Nome Gold region Alaska.* Washington, 1900. Extrait in-8° de 56 pages, 19 planches et 1 carte.

3471. **Mazelle, Eduard.** *Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel im Jahre 1900.* Vienne, 1901. Extrait in-8° de 52 pages.

2° Extraits des publications de la Société :

3472. *** *Procès-verbal de la séance spéciale d'Hydrologie du 21 mai 1901.* Procès-verbaux de 1901, 51 pages. (2 exemplaires.)

3473. **Lejeune de Schiervel, Ch. et de Brouwer, Michel.** *Compte rendu de la Session extraordinaire tenue à Paris en août 1900, par la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.* Mémoires de 1900, 25 pages. (2 exemplaires.)

3474. **de Dorlodot, H.** *Compte rendu des excursions sur les deux flancs de la crête du Condroz, faites par la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, le 19 mars et les 8 et 9 avril 1899.* Mémoires de 1900, 80 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)

3475. **Kemma, Ad.** *La situation actuelle de la question des eaux à Paris.* Procès-verbaux de 1901, 14 pages. (2 exemplaires.)

3476. **Cornet, J.** *A propos du sondage d'Eelen, près Maeseyck.* Procès-verbaux de 1900, 5 pages. (2 exemplaires.)

3477. **Van den Broeck, E.** *Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer à l'Est de Tongres, avec quelques indications relatives à la tectonique, à la géographie physique et à l'hydrologie du bassin du Geer.* Procès-verbaux de 1900, 10 pages. (2 exemplaires.)

3478. — *La géologie appliquée et son évolution.* Mémoires de 1900, 15 pages. (2 exemplaires.)

3479. — *Découvertes et observations nouvelles faites à Furfooz.* Procès-verbaux de 1900, 7 pages. (2 exemplaires.)

3480. — *A propos de la présence du « Melongena cornuta Ag. » dans le Bolderien type du Bolderberg.* Procès-verbaux de 1901, 3 pages. (2 exemplaires.)

3481. **Mourlon, M.** *Allocution à l'occasion de la mort du baron Michel-Edmond de Selys Longchamps.* Procès-verbaux de 1900, 4 pages. (2 exemplaires.)

3482. — *Compte rendu de l'excursion géologique en Campine des 23, 24 et 25 septembre 1900.* Mémoires de 1900, 23 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)

3483. **Renard, A.** *Méthode de détermination et de classification de sédiments meubles.* Procès-verbaux de 1900, 5 pages. (2 exemplaires.)

3484. **Rutot, A.** *Exposé sommaire de résultats d'excursions entreprises dans les ballastières des environs de Paris.* Procès-verbaux de 1900, 8 pages. (2 exemplaires.)

3485. **Lorié, J.** *Mes observations sur le système moséen de M. Mourlon. (Annexe au compte rendu de l'excursion faite en Campine, en septembre 1900, par la Société belge de Géologie.)* Mémoires de 1900, 9 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)

3486. **Gosselet, J.** *Le métamorphisme de l'Ardenne.* Mémoires de 1898. 5 pages.

— — *Disposition des diverses assises du Devonien dans l'Ardenne.* Mémoires de 1898, 13 pages et 2 figures. (2 exemplaires.)

3487. **Van Ertborn, O.** *Le bélier hydraulique. Les pompes et les compresseurs à air. Élévateurs à eaux artésiennes.* Procès-verbaux de 1901, 10 pages. (2 exemplaires.)

3488. — *Matériaux destinés à l'établissement de la topographie souterraine du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise. Coupes et renseignements fournis par une série de sondages inédits.* Mémoires de 1901, 14 pages. (2 exemplaires.)

3489. **Dormal, V.** *Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie tenue en Ardenne du 21 au 26 août 1897, sous la direction de M. le professeur Gosselet.* Mémoires de 1898, 32 pages et 2 figures. (2 exemplaires.)

3490. *** *Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1900 (séance du 16 février 1901).* Procès-verbaux de 1900, 16 pages. (2 exemplaires.)

3° Périodique nouveau :

3491. — *Annales de l'Observatoire municipal. (Observatoire de Montsouris.)* Paris, 1900, t. I.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée en qualité de :

Membres à vie :

M. Branner John. C., professeur of Geology and Vice-President, Stanford University, California. U. S. A.

Membres effectifs :

MM. Adan de Yarza, ingénieur des mines.
Buttgenbach, H., ingénieur, à Glain-Liége.
Hallet, Franz, ingénieur agricole, 52, rue de Bordeaux, à Saint-Gilles-Bruxelles.
Somzée (de), Côme, ingénieur, 22, rue des Palais, à Scharbeek-Bruxelles.

Communications des membres :

M. le baron *O. van Ertborn* donne lecture de la note ci-après sur la vie et les travaux de Norbert-Charles-Louis De Wael.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

Norbert-Charles-Louis de Wael

PAR

le baron O. VAN ERTBORN

Le 25 août est décédé à Anhée, province de Namur, à l'âge de plus de 84 ans, Norbert-Charles-Louis de Wael.

Né à Anvers le 27 avril 1817, il était le dernier survivant de ceux qui, pendant la première moitié du siècle dernier, se livrèrent en Belgique à l'étude de la Géologie et de la Paléontologie.

Trop âgé, il ne put faire partie de la Société; elle n'en rend pas moins un juste hommage à ceux qui l'ont précédé et qui ont planté les

premiers jalons de la voie que plusieurs de ses membres suivent avec distinction.

D'Omalius avait été chez nous le premier apôtre de cette science géologique que devait si remarquablement approfondir Dumont.

La Paléontologie, longtemps négligée, avait fini par reprendre le rang dont elle est digne. Les premières publications de Van Beneden et de De Koninck datent de cette époque.

H. Nyst se livrait à l'étude des fossiles d'âge pliocène, et c'est avec admiration et étonnement que l'on peut se demander comment il put recueillir d'aussi nombreux fossiles, à une époque où les grands travaux n'avaient point encore permis d'atteindre les riches gisements coquilliers de la basse Belgique; la nappe aquifère, à laquelle ils doivent leur conservation, les dérobait aux recherches des paléontologistes.

Norbert de Wael n'avait point encore terminé ses études aux universités de Liége et de Bonn, qu'il consacrait déjà ses loisirs à l'Entomologie, à la Géologie, à la Paléontologie. H. Nyst, à cette époque, habitait Anvers; ils travaillèrent ensemble.

Les publications ne se faisaient pas aussi facilement que de nos jours; les sociétés scientifiques n'existaient pas. Norbert de Wael se proposait de communiquer à l'Académie d'Iéna le fruit de douze années d'études, lorsque Ch. Lyell, de passage en Belgique en 1851, lui conseilla de présenter son mémoire à l'Académie royale de Belgique.

Ce mémoire parut dans les *Bulletins* de cette Académie (1); il comcomprend 56 pages.

Tout en résumant ses propres observations, l'auteur nous fait connaître tout ce que l'on savait à cette époque sur les formations géologiques des environs d'Anvers. A ce point de vue, son mémoire est des plus intéressants.

L'auteur jette d'abord un coup d'œil sur les terrains de la banlieue d'Anvers, sur les *polders*, leurs argiles et leurs tourbières, sur les sables de la Campine; enfin, il attache toute son attention aux couches fossilifères, que l'on désignait à cette époque sous le nom de Crag (2) d'Anvers et ajoute que, comme celui d'Angleterre, il est encore fort peu connu.

Il constate que le Crag contient plusieurs assises distinctes les unes

(1) Tome XX, année 1853. Voir aussi, au sujet de ce mémoire, E. VAN DEN BROECK, *Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers.*

(2) Les géologues anglais se servent du mot *Crag* pour désigner les couches fossilifères d'âge pliocène.

des autres, présentant, par la succession des fossiles, une transition peu sensible de l'une à l'autre.

Le Crag fut divisé en trois assises : la supérieure, qui comprend le Poederlien et le Scaldisien actuels; l'assise moyenne représentée par les sables à *Isocardia cor* ou Diestien supérieur; enfin, l'assise inférieure, ou Crag noir, ne comprenait que les sables à *Pectunculus pilosus,* le niveau d'Edeghem étant encore inconnu.

La liste des fossiles de Calloo, publiée par N. de Wael, en comprend quatre-vingts. Il ajoute qu'à Eeckeren et à Merxem, les couches fossilifères offrent à peu près les mêmes fossiles et qu'elles se relient au gisement du Stuyvenberg, à Anvers.

En ce point, l'auteur a observé le conglomérat de coquilles brisées et fait remarquer qu'il a été formé par un pouvoir de transport assez grand, parce qu'il renferme de nombreux cailloux et des ossements divers. Il a recueilli dans ces dépôts un rameau de Cervidé, un fragment de grosse côte, des vertèbres et des coquilles dont la liste comprend quatorze espèces.

Il constate que celles-ci ne sont représentées que par des empreintes internes ou externes ou par des sujets fort usés, mais assez reconnaissables pour pouvoir être rapportées aux espèces appartenant à d'autres dépôts (1).

On reconnaît à cette simple description la base du Quaternaire inférieur, bien caractérisée en ce point.

Au-dessous de cette couche à gros éléments, N. de Wael et Van Haesendonck recueillirent dans une couche sableuse de nombreux fossiles dont la liste comprend soixante-cinq espèces.

Avant de passer aux assises plus anciennes, l'auteur croit utile de parler d'un banc de sable coquillier qui se trouvait non loin de Lillo dans le lit de l'Escaut et dont il attribue la formation aux ruptures de digues en 1830 et aux affouillements du fleuve dans le polder; la faune y offrait un singulier mélange des différents étages du Crag et de coquilles modernes, le tout dans un état de conservation remarquable.

Nous avons exploré ce même banc bien longtemps après; il se trouvait absolument dans les mêmes conditions. Ces faits ont leur impor-

(1) Ayant insisté pour savoir s'il n'était pas possible que la butte de Stuyvenberg fût artificielle, M. N. de Wael me répondit, en date du 10 avril 1893, que certains maniements étaient manifestes et dataient de la construction du fort Carnot, mais que la colline était certainement d'origine naturelle, que la plupart des coquilles étaient brisées, que celles qui ne l'étaient pas étaient d'une fragilité telle qu'elles n'auraient résisté à aucun remaniement.

tance. Il nous montre combien il faut être circonspect lorsqu'il s'agit de coquilles marines trouvées dans des dépôts qui doivent peut-être leur formation à une action fluviale; les courants, en se déplaçant, les remaniant avec la plus grande facilité.

Après cette digression, l'auteur, parlant du Crag moyen, nous dit qu'il lui paraît assez mal défini; il contient, dit-il, des dépôts coquilliers formés par des espèces caractéristiques, généralement différentes de celles des listes précédentes, et repose sur le Crag noir à pétoncles.

La liste n° 4 comprend soixante-cinq espèces recueillies à ce niveau, dont quarante-trois s'observent aussi dans le Crag supérieur, tandis qu'il n'y en a que vingt-sept qui existaient déjà lors de la sédimentation du Crag noir.

Parlant de l'assise inférieure ou Crag noir, l'auteur signale la grande abondance de pétoncles qui la caractérise; à cette époque, le niveau d'Edeghem était encore inconnu; il ne fut découvert qu'en 1859.

La liste des fossiles du Crag noir comprend une centaine d'espèces.

Après avoir parlé du niveau qu'occupent ces divers fossiles dans les couches similaires de France, d'Italie, de Sicile, d'Allemagne, l'auteur ajoute : « Il me semble résulter de tout ceci que l'âge de cette formation (le Crag noir) la sépare d'une manière bien distincte des deux autres formations du Crag d'Anvers, qui, quoique successives, montrent cependant un plus grand rapport entre elles. »

En résumé, nous retrouvons ici la première esquisse de l'échelle stratigraphique actuelle, le Poederlien à Calloo, à Eeckeren, le Scaldisien à Anvers-Stuyvenberg; le Crag gris ou Diestien actuel, enfin le Bolderien à *Pectunculus pilosus*.

Passant ensuite à l'argile de Boom, l'auteur résume les observations qu'il a faites dans les briqueteries des rives de l'Escaut et du Rupel et donne une grande coupe relevée à Rupelmonde, ainsi que celles de deux sondages exécutés, l'un à Contich, l'autre à Deurne et ayant atteint respectivement 227 $^1/_2$ et 406 pieds de profondeur.

La notice de N. de Wael est un exposé très fidèle des connaissances que l'on avait il y a cinquante ans sur les formations géologiques de la banlieue d'Anvers, connaissances qu'il avait contribué à développer pour une part considérable.

Norbert de Wael fut l'un des membres fondateurs de la Société paléontologique de Belgique, dont le siège était à Anvers. Il en fut le premier secrétaire.

Nous lisons dans les *Bulletins* de cette société que le 14 octobre 1857

se réunirent MM. A. Uytterhoeven, H. Nyst, Rigouts-Verbert, Émilien (1) et Norbert de Wael, dans le but de fonder en Belgique une société qui aurait pour objet de contribuer aux progrès de la Paléontologie et de favoriser ainsi l'étude de la Géologie, science qui se lie intimement aux arts industriels et à l'agriculture.

A la séance du 25 juillet 1858, H. Nyst et N. de Wael présentèrent à la Société la coupe de la partie supérieure du puits artésien de la ville d'Ostende, en cours d'exécution à cette époque. Les auteurs ajoutèrent qu'ayant été honorés la semaine précédente de la visite de Ch. Lyell, celui-ci leur avait dit que l'argile grise atteinte à 31^{m},50 du sondage d'Ostende ne pouvait être que l'argile de Londres.

A cette époque, on n'avait aucune notion sur le sous-sol de la région occidentale extrême du pays. A la séance du 20 février 1859, Nyst présenta à la Société un échantillon de sable du même forage et la *Cyrena cuneiformis,* le *Melanopsis fusiformis* et une variété de la *Melania inquinata* recueillis à ce niveau; fossiles du terrain suessonnien de d'Orbigny, qui correspond au Landenien de M. Dumont.

A la séance du 5 septembre 1858, N. de Wael présenta à la Société quatre fragments de blocs erratiques recueillis par lui à Welden, à 2 lieues au Nord de Turnhout. Il a observé sur les lieux un bloc de plus de 200 kilogrammes et ajoute qu'il en existe de plus volumineux encore dans cette commune et plus vers le Nord sur le territoire de celle de Poppel (2).

A la séance du 20 mars 1859, A. Uytterhoeven et N. de Wael présentèrent une notice sur les objets recueillis lors du creusement du bassin du Kattendyck, à Anvers.

A la séance du 26 août, N. de Wael communiqua un aperçu géologique sur un nouveau gîte de fossiles découvert à Edeghem près d'Anvers, ainsi qu'une liste assez nombreuse de fossiles qu'il y avait découverts.

Il est à regretter que ses occupations ne lui permirent plus de poursuivre ses études scientifiques commencées sous d'aussi heureux auspices.

On pourra m'accuser un peu de népotisme en rappelant qu'il fut mon oncle et qu'il guida mes premiers pas dans les études géologiques.

(1) Frère aîné de Norbert, né à Anvers en 1812 et décédé en 1861; leur frère cadet Léopold fut bourgmestre d'Anvers pendant de longues années.

(2) A la séance du 14 août, M. Zuber présenta un superbe fragment d'un bloc erratique pesant plus de 300 kilogrammes et provenant de Boisschot, au Sud-Est de Heyst-op-den-Berg. Comme limite méridionale, le tout est digne d'être noté.

Rendons un juste hommage aux mérites scientifiques et aux vertus privées du savant modeste qui fut l'un de nos devanciers.

M. le baron *O. van Ertborn* fait ensuite la communication suivante :

QUELQUES MOTS

A PROPOS DU

SONDAGE D'ASCH

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

A la fin du mois d'août dernier, les journaux ont annoncé qu'un sondage pour recherches de houille, exécuté à Asch (Limbourg), avait atteint le but désiré et que plusieurs couches de houille avaient été percées par la sonde. La *Réforme* dans ses n^{os} des 4 et 5 octobre résume une interview fort intéressante que l'un de ces rédacteurs a eue avec M. E. Harzé, le distingué directeur général honoraire de l'Administration des mines.

Le renseignement le plus intéressant pour nous est celui relatif à la profondeur à laquelle fut atteint le Houiller. Cette profondeur est de 520 mètres : telle est la puissance des *terrains-morts*.

M. E. Harzé se demande quelle est la nature de ces *terrains-morts* et si, à grande profondeur, ils ne contiennent pas de couches aquifères et des boulants.

Nous tâcherons de répondre à ces deux questions dans la mesure du possible et suivant toutes probabilités.

Avant d'entreprendre le sondage, on aurait pu se demander à quel niveau on aurait atteint le Primaire à Asch.

Les coordonnées géographiques de ce point sont :

Latitude	51° 0′.
Longitude	1°12′. Est de Bruxelles.
Cote	82.

Nous avons comme repères dans cette région :

Base du Crétacique	à Wamont (1)	+ 8.
—	à Gingelom	— 25.
—	au château de Nieuwenhoven	— 164.5
—	à Lanaeken	— 219.
—	à Eelen.	— 650.

En tirant une ligne de Wamont à Nieuwenhoven, cette ligne fait avec le méridien un angle de 34° 33′ et coupe le 51e de latitude par un degré Est de Bruxelles, soit à 12 ou 14 kilomètres à l'Ouest d'Asch.

De Wamont à Nieuwenhoven, la distance est de $17^{km},25$ et la différence de niveau de la base du Crétacique de $172^{m},5$, donnant une pente kilométrique de 10 mètres dans cette direction.

De Nieuwenhoven au point où le degré de longitude 1° Est de Bruxelles coupe le parallèle de 51°, la distance est de $19^{km},5$.

La base du Crétacique doit donc se trouver au point de croisement de 1° Est et de 51° au niveau suivant :

Nieuwenhoven	Cote	— 164.50
$19^{km},5 \times 10$		+ 195.00
	Soit à la cote	— 359 50.

En faisant les mêmes calculs pour la ligne Gingelom-Nieuwenhoven, nous trouvons pour le niveau de la base du Crétacique, au point où cette ligne coupe le 51e de latitude, la cote — 362.5.

Ces données s'appliquent à des points situés directement à l'Ouest d'Asch; il reste à examiner la région orientale, soit la ligne Lanaeken-Eelen. Cette ligne suit à peu près le méridien, coupe le 51e à 10 kilomètres à l'Est d'Asch, et une simple proportion nous donne la cote — 469 pour le niveau de la base du Crétacique au point d'intersection indiqué.

Nous avons obtenu précédemment, sous le même parallèle, — 359.5 par la ligne Wamont-Nieuwenhoven et — 362.5 par la ligne Gingelom-Nieuwenhoven, chiffres qui, comparés à celui de Lanaeken-Eelen,

(1) *Bull. de la Soc.*, t. XV, 1901. Mém. pp. 179 et 193, pour Gingelom.

donnent une pente kilométrique vers l'Est respectivement de 4m,56 et de 3m,53 et pour le niveau de la base du Crétacique à Asch les cotes — 423.5 et — 433, soit en moyenne — 428.25.

La base du Crétacique se trouve en réalité à 520 mètres sous le sol à Asch, chiffre dont il y a lieu de déduire la cote 82, soit à 438 mètres au-dessous du niveau de la mer.

La différence est de 10 mètres ou de 2 %; le chiffre donné par les probabilités est donc des plus satisfaisants.

Répondant aux deux questions de M. Harzé, nous dirons que d'après nous la série des couches est évidemment la suivante :

	Puissance probable.
Moséen	20 mètres.
Diestien	75 —
Bolderien	30 —
Rupelien	70 —
Tongrien	45 —
Landenien	55 —
Heersien	56 —
Crétacique	170 —
Houiller à . . . (TOTAL).	520 mètres.

Les trois premiers étages sont incontestablement sableux et *boulants* au-dessous du niveau phréatique. L'assise rupelienne inférieure est remarquablement fluide, mais sa puissance ne dépasse guère 10 mètres. Le Landenien et le Heersien se terminent généralement à la base par des couches sableuses très aquifères, mais d'épaisseur fort réduite.

Le Crétacique est très probablement fissuré, mais seulement en certains points.

En somme, les *terrains-morts* se présentent dans des conditions moins défavorables qu'on pourrait le croire à première vue.

M. *Mourlon* prend ensuite la parole pour faire l'exposé ci-après :

LA GÉOLOGIE

AU CONGRÈS INTERNATIONAL D'HYGIÈNE, ETC.

TENU A OSTENDE, EN SEPTEMBRE 1901

PAR

MICHEL MOURLON

Le Comité organisateur du Congrès international d'hygiène d'Ostende ayant inscrit à l'ordre du jour de ses délibérations la question si importante de « l'Étude géologique pour la recherche des eaux potables », j'ai cru de mon devoir de me rendre à son appel, ne fût-ce que pour le remercier de son heureuse initiative, et voici, en résumé, les considérations que j'ai cru devoir présenter :

Au point de vue de l'alimentation des agglomérations en eau potable, il faut distinguer l'eau qui est filtrée par la nature et celle qui est purifiée par différents procédés. Il est bien certain qu'il ne faut recourir à cette dernière que lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir de l'eau naturelle. Seulement, pour être fixé sur cette importante question, il faut un concours de circonstances qui, jusque dans ces derniers temps, faisait malheureusement trop souvent défaut par suite de connaissances insuffisantes des dépôts du sol et du sous-sol.

Aujourd'hui, nous possédons en Belgique une carte géologique assez détaillée pour nous permettre d'asseoir notre jugement sur une base certaine.

Et, en effet, pour ne parler que des seuls terrains des environs d'Ostende qui soient capables de fournir de l'eau à la première cité balnéaire du littoral, ils avaient été renseignés, sur les cartes de Dumont, comme devant être rapportés aux sables et grès de Bruxelles (étage bruxellien); mais on reconnut ensuite qu'ils devaient être assimilés à des roches analogues, mais d'un âge plus ancien, bien caracté-

risées au mont Panisel, près de Mons, et qui constituent l'étage paniselien du célèbre géologue. C'était là, évidemment, un progrès scientifique, mais qui, au point de vue spécial qui nous occupe, c'est-à-dire au point de vue hydrologique, ne pouvait guère être d'une grande utilité.

Tout autre chose est la carte géologique manuscrite à l'échelle du 20 000e et celle publiée à l'échelle du 40 000e dont on dispose aujourd'hui, et qui ne renseigne pas seulement, en les délimitant, tous les terrains, mais encore chacune des subdivisions de ceux-ci.

C'est ainsi que pour ce qui concerne le terrain paniselien dont il vient d'être fait mention, il renferme une succession de dépôts argileux et sableux qui sont parfaitement délimités sur la carte; ce qui permet de constater à première vue sur quelle partie du territoire qui en est formé, il y a lieu de diriger ses recherches.

. Il est bien certain, par exemple, que si notre carte géologique détaillée avait existé lorsque fut déposé le projet qui consistait à alimenter la ville d'Ostende à l'aide des sources de Wynendaele, son auteur ne l'eut certainement pas présenté. Un simple coup d'œil sur la feuille au 40 000e de Ghistelles-Zedelghem, qui figure parmi celles dont le levé me fut confié, lui aurait montré que les sources de Wynendaele ne pouvaient provenir que de la zone sableuse (*P1d*) qui surmonte la nappe argileuse épaisse (*P1c*) et qui est tellement réduite en étendue et en épaisseur qu'il ne faut pas songer un instant à en retirer une quantité d'eau de quelque importance.

Il en est tout autrement du projet Cobbaert, étudié par MM. Putzeys et Rutot, qui, en se basant sur les données de la carte géologique détaillée, ont désigné la région sableuse (*P1d*) comprise entre Jabbeke et Varssenaere, aux environs de Snelleghem, comme devant fournir une eau de bonne qualité et en quantité suffisante pour alimenter la ville d'Ostende.

Une commission de quatre membres, dont j'ai l'honneur de faire partie avec un des assistants du Service géologique, M. l'ingénieur de Brouwer, ainsi qu'avec M. Swarts, professeur de chimie de l'Université de Gand, et M. le docteur Malvaux, directeur de l'Institut bactériologique de l'Université de Liége, fut nommée par le Conseil communal d'Ostende en décembre 1900, à l'effet d'examiner les projets d'adduction d'eau potable présentés à la ville depuis un très grand nombre d'années.

Sans rien vouloir préjuger de la décision qui sera prise au sujet des conclusions de notre rapport, j'ai été autorisé à déclarer que laissant

de côté ceux de ces projets qui recourent à des puits artésiens, impropres à fournir de l'eau potable, nous n'avons eu à examiner d'une façon tout à fait approfondie que le projet Cobbaert.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de faire connaître la façon dont nous avons procédé pour avoir tous nos apaisements sur la quantité d'eau pouvant être obtenue, ainsi que sur la nature chimique et bactériologique de cette eau.

A cet effet, nous avons effectué dans la région que visait le projet Cobbaert, et qui rentre également, en majeure partie, dans le cadre de mes levés, c'est-à-dire les environs de Varssenaere et Snelleghem, huit sondages avec tubage qui nous ont permis d'étudier non seulement les témoins des terrains traversés, mais les échantillons d'eau recueillis à différents niveaux.

Comme conséquence de notre étude géologique très approfondie, ainsi que des analyses chimiques et des essais bactériologiques contenus dans notre rapport, nous avons pu conclure que les terrains situés dans la région sableuse à drainer présentent une nappe aquifère dépassant $17^{m},50$ sur une grande étendue, qui peut être évaluée à 1 600 hectares, et que l'épaisseur totale des sables, qui dépasse 20 mètres, est partout suffisante pour assurer naturellement une bonne filtration des eaux de pluie et pour écarter tout danger de contamination.

Seulement, tout projet de captage des eaux dans la nappe paniselienne devant, sous peine d'épuisement rapide de celle-ci, être basé uniquement sur la quantité d'eau pénétrant annuellement dans le sol, on comprend combien il était indispensable de connaître l'épaisseur de la nappe aquifère dont dépend l'efficacité des puits du système Putzeys.

De plus, cette nappe étant appelée à jouer le rôle d'un grand régulateur en emmagasinant pendant la saison d'hiver l'excès des arrivées d'eau sur le débit et le rendant pendant l'été, au moment des grandes consommations et des plus grandes sécheresses, pouvant même, dans le cas d'une ou deux années consécutives de sécheresse prolongée, suffire aux besoins de la consommation.

Ces cas extrêmes, qu'il faut cependant prévoir, se traduisent par une chute d'eau réduite à 500 millimètres. Le projet Cobbaert est basé sur une chute annuelle de 600 millimètres; c'est aussi le chiffre que nous avons cru devoir adopter, les chutes de 500 millimètres étant très rares et le chiffre de 600 millimètres étant presque toujours dépassé. De cette quantité tombée, les $^2/_3$ étant perdus par l'évaporation, nous avons cru utile de porter cette perte aux $^3/_4$ pour tenir compte de l'absorption des

plantes. La quantité qui vient chaque année alimenter la nappe aquifère est donc réduite à 150 millimètres, ce qui fait par hectare 1 500 mètres cubes par an et par hectare-jour 1 500 : 365, soit $4^{m^3},1$ environ.

Il nous a paru prudent de réduire encore ce chiffre pour tenir compte des eaux qui aliment les différents ruisseaux de la contrée. Si nous prenons 3 mètres cubes par hectare et par jour, ce qui semble être le chiffre raisonnable, il faudra, pour obtenir les 5 000 mètres cubes requis par l'Administration communale d'Ostende, influencer 5000 : 3 = 1 670 hectares environ. Ce chiffre diffère notablement de celui indiqué dans le projet Cobbaert (1 200 hectares), mais il appert de nos études qu'il existe une étendue suffisante pour trouver ces 1 600 hectares; seulement, de la disposition des puits dépend essentiellement leur influence sur la nappe aquifère, et nous avons pensé qu'il y aura lieu de modifier cette partie du projet Cobbaert.

Nous avons conclu enfin que l'Administration communale d'Ostende agira sagement en faisant établir un puits d'essai du système Putzeys. Toutefois, nous avons fait remarquer qu'il serait utile que M. Putzeys pût se mettre d'accord avec nous sur l'emplacement du puits en question, qui ne semble pas être celui qui avait été choisi antérieurement.

En terminant ma communication, je me suis excusé de m'être étendu aussi longuement sur une seule des nombreuses questions qui figuraient au programme du Congrès. Mais la bienveillante attention qui m'a été accordée m'a semblé témoigner que le point de vue un peu nouveau que je m'étais attaché à développer, a su tout au moins intéresser un auditoire composé en majeure partie de spécialistes cherchant par d'autres voies la solution de la question de l'eau. Celle-ci, ai-je dit, est avant tout du domaine de la Géologie, et c'est pour ne pas l'avoir compris plus tôt que d'importants centres de population, comme ceux de Paris et d'Ostende, ont été pendant de nombreuses années victimes d'un véritable empoisonnement. Il ne faut s'en prendre ni aux édiles ni aux gouvernants, mais bien, comme je le rappelais en commençant, aux circonstances qui ne se trouvaient point encore favorables, comme elles semblent l'être maintenant, tout au moins chez nous, où le peu d'étendue même de notre territoire n'a pas peu contribué à nous permettre d'en terminer les levés géologiques détaillés sans lesquels il est souvent bien difficile, pour ne pas dire impossible, de fournir de l'eau naturelle : ce qui constitue non seulement une question de science, mais aussi et surtout une question d'humanité.

Plusieurs autres orateurs ont encore pris la parole sur la question géologique, notamment un délégué du Conseil municipal de Paris, M. le docteur Navarre, qui s'est fait le champion de la distribution de l'eau potable dans la capitale de la France, ayant été président de la Commission chargée de l'étudier.

Notre collègue, M. Delecourt-Wincqz, a exprimé le regret que l'on ne cherchât pas la solution du problème de l'alimentation en eau potable à l'aide de puits artésiens, comme il le préconise depuis nombre d'années.

Mais plusieurs membres du Congrès lui ont opposé immédiatement, outre l'incertitude du résultat au point de vue de la quantité d'eau, les défectuosités tant physiques que chimiques de cette eau comme eau potable.

Il me faut maintenant faire appel à l'indulgence de l'Assemblée pour lui réclamer encore un instant d'attention au sujet d'une autre question pour laquelle je m'étais également fait inscrire au Congrès international d'Ostende.

Elle était libellée comme suit : *Projet de création d'une Société nationale pour l'alimentation en eau potable des communes de Belgique.*

Malheureusement, le grand nombre d'orateurs inscrits joint à l'excédent que j'avais déjà usurpé sur le temps qui m'avait été si gracieusement accordé pour la communication précédente, ne m'ont point permis d'aborder cette importante question.

Au surplus, notre président, M. Rutot, a bien voulu porter à ma connaissance qu'un membre du conseil provincial du Brabant, M. Monville, a saisi tout récemment de la même question ses collègues, qui l'ont prise en considération. De son côté, M. l'ingénieur Deblon m'a assuré que la Société intercommunale des eaux, dont il fait partie en qualité de chef de section, avait déjà inscrit depuis nombre d'années cette question à son programme d'étude. Le seul but que j'avais en vue en me proposant d'en saisir le Congrès d'Ostende, était simplement d'appeler l'attention sur les analogies existant entre la Société nationale à créer et celle des chemins de fer vicinaux, en faisant ressortir, toutefois, cette différence que si pour cette dernière l'exécution du travail peut, sauf des cas exceptionnels de travaux importants de terrassements, être entreprise immédiatement par l'élément ingénieur constructeur, il n'en est pas de même pour la première, c'est-à-dire pour celle des eaux, qui doit en tout premier lieu faire appel à l'élément géologue.

C'est là un point qui est devenu presque un axiome pour tous ceux

qui ont suivi les travaux de la Société et du Service géologique. Ces deux institutions ont eu, en effet, à s'occuper, à des titres divers, durant ces dernières années, de presque toutes les questions d'eau du pays, et l'on voudra bien me permettre de faire remarquer que la solution des dites questions ne s'est jamais fait longtemps attendre.

M. *Buttgenbach* présente ensuite le travail suivant :

FIGURES

DE

CORROSION DU QUARTZ PAR L'ACIDE FLUORHYDRIQUE

PAR

H. BUTTGENBACH.

On sait que les figures de corrosion du quartz par l'acide fluorhydrique sont alignées horizontalement sur les faces p, tandis que l'alignement est oblique sur les faces $e^{\frac{1}{2}}$; on sait aussi que l'examen de ces figures permet de déterminer si le cristal est droit ou gauche.

M. le professeur G. Cesàro a de plus observé que l'acide engendrait de nouvelles faces cristallines, dont une, nette et réfléchissante, appartient au rhomboèdre a^4 résultant de la troncature droite des arêtes du rhomboèdre $e^{\frac{1}{2}}$ (1).

J'avais déjà depuis longtemps remarqué certaines faces de corrosion qui se produisaient sur les arêtes de la pyramide $p\ e^{\frac{1}{2}}$. Dans le but d'étudier ces nouvelles faces, j'ai soumis à l'action de l'acide fluorhydrique dilué cinq beaux cristaux de quartz, incolores et transparents, provenant des *little falls* (New-York) et présentant la combinaison habituelle $p\ e^2\ e^{\frac{1}{2}}\ s$. Ces cristaux sont restés pendant trois jours dans l'acide et la corrosion a été parfaite. Deux d'entre eux étaient simples et droits; deux autres, simples également, étaient gauches; enfin, le cinquième était formé par la pénétration de deux cristaux droits, l'un

(1) Voir Tschermak, p. 139, et G. Cesàro, *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XVII, p. LV.

d'entre eux ayant tourné de 60° autour de l'axe ternaire. J'ai observé sur ces cristaux quelques faits non encore signalés, qui font l'objet de cette note.

Les arêtes du rhomboèdre primitif p ont été remplacées par des faces cristallines assez nettes qui m'ont donné les mesures suivantes :

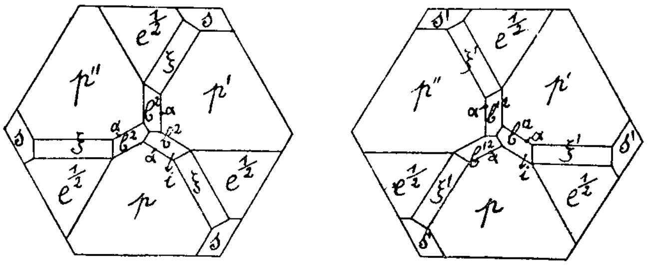


Fig. 1 et 2.

Cristal droit (fig. 1). . . . . $p\ i = 25°34'$
Cristal gauche (fig. 2). . . . . $p'\ i = 25°38'$

Or, $p\ b^2$ adj. $= 25°41'$.

La corrosion produit donc les trois faces du ditrièdre b^2. L'angle α de $25°41'$ que font les faces p et b^2 adjacentes se mesure à droite ou à gauche de p suivant que le cristal est droit ou gauche ; c'est-à-dire que, si le cristal de quartz est droit, les faces du ditrièdre droit b^2 remplacent par corrosion les arêtes du rhomboèdre p et que, si le cristal est gauche, ces mêmes arêtes sont remplacées par les faces du ditrièdre gauche b'^2. Ces faces, b^2 ou b'^2 selon que le cristal est droit ou gauche, se forment très probablement aussi dans les cavités qui se produisent sur les faces p, à côté des faces a^4 signalées par M. Cesàro ; en effet, en mesurant les angles $p\ b^2$ et en prenant comme mire la flamme d'une bougie, on voit briller de petites facettes dans ces cavités, lorsque les faces b^2 produites sur les arêtes donnent une image ; mais les mesures exactes sont impossibles.

M. Cesàro (*loc. cit.*) a donné la notation b^2 à des faces plus ou moins miroitantes qui se forment dans les cavités produites sur $e^{\frac{1}{2}}$. J'ai fait la même observation, tout en constatant aussi que les mesures étaient très difficiles, et j'ai cru remarquer en plus que, sur un cristal droit, ce sont les faces du ditrièdre gauche b'^2 qui se produisent dans les cavités de $e^{\frac{1}{2}}$ et réciproquement.

Dans ces mêmes cavités des faces $e^{\frac{1}{2}}$, j'ai observé très nettement des faces coupant $e^{\frac{1}{2}}$ horizontalement ; la moyenne des mesures de l'angle de cette face avec $e^{\frac{1}{2}}$ a donné : $19°19'$, ce qui correspond à l'angle

avec $e^{\frac{1}{2}}$ des faces du rhomboèdre b^1, inverse du rhomboèdre a^4, dont les faces se produisent dans les cavités de p.

Il suit de ce qui précède que le solide complet produit par la corrosion des faces p et $e^{\frac{1}{2}}$ a pour notation : b^2, b'^2, a^4, b^1; ce solide est

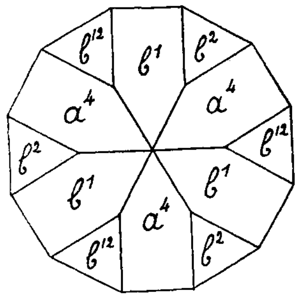


FIG. 3.

représenté par la figure 3; les faces a^4 et b^1 sont constituées par les troncatures droites des arêtes culminantes de la pyramide $b^2\ b'^2$; les angles de ce solide sont :

$$b^2b^2 = b'^2b'^2 = 114°22'$$
$$b^2b'^2 = 34°24'$$
$$a^4b^2 = b^1b'^2 = 17°12'$$

Les faces a^4 se produisent dans les cavités de p et les faces b^1 dans les cavités de $e^{\frac{1}{2}}$.

Sur un cristal *droit*, les faces b^2 se produisent dans les cavités de p et sur les arêtes $p\,p$, et les faces b'^2 dans les cavités de $e^{\frac{1}{2}}$ et sur

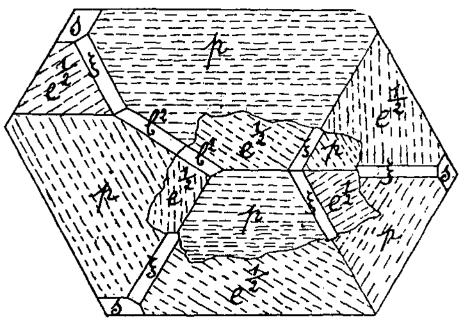


FIG. 4.

les arêtes $e^{\frac{1}{2}}\,e^{\frac{1}{2}}$; sur un cristal *gauche*, les faces b'^2 se produisent dans les cavités de p et sur les arêtes $p\,p$, et les faces b^2 dans les cavités de $e^{\frac{1}{2}}$ et sur les arêtes $e^{\frac{1}{2}}\,e^{\frac{1}{2}}$.

Ces différents faits se vérifient sur le cristal maclé représenté par la figure 4.

Trois des arêtes $p\ e^{\frac{1}{2}}$ sont aussi remplacées par des faces désignées par ξ sur les figures 1, 2 et 4. Comme on le voit sur ces figures, lorsqu'on place une face p devant soi, c'est l'arête de droite ou de gauche qui est modifiée selon que le cristal est droit ou gauche. En réalité, sur une arête, il semble se former une série de faces de la zone $p\ e^{\frac{1}{2}}$, parmi lesquelles nous n'avons pu guère déterminer que les faces du ditrièdre, droit ou gauche, $\xi = b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{5}}$. Nous ne donnons cependant cette notation que dubitativement.

Les faces b^2 (213), ξ (212) et s (211) font partie de la zone a^1 (001) d^1 (210).

Enfin, les arêtes $p\ s$ et $e^{\frac{1}{2}}\ s$ sont aussi remplacées par des faces courbes, non représentées sur les figures et qui n'ont guère permis de mesures.

Pour l'une des faces de la zone $p\ s$, j'ai mesuré avec s un angle de 5°40′; le calcul donne alors :

$$l = k = 1 \qquad h = 1{,}72772,$$

ce qui donnerait comme notation :

(533) correspondant à 7°9′,

ou mieux :

(744) correspondant à 5°10′.

Glain (Liége), le 13 octobre 1901.

M. *Rutot* expose comme suit le résultat de ses observations sur la flore fossile dans le Montien des environs de Binche :

SUR

LA DÉCOUVERTE D'UNE FLORE FOSSILE

DANS LE MONTIEN DU HAINAUT

PAR

A. RUTOT
Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

Jusque dans ces derniers temps, l'ambre avait toujours été considéré comme appartenant à l'Oligocène inférieur. Cette résine fossile est renfermée dans une argile bleue inférieure aux couches d'origine marine.

Notre confrère, M. Noetling, actuellement paléontologue du Geological Survey des Indes, à Calcutta, avait, avant son départ, fourni une bonne description des fossiles marins des couches oligocènes du Samland, ou pays de l'ambre.

Il m'a été certifié depuis que l'ambre, bien que renfermé dans des couches considérées comme oligocènes, est d'origine beaucoup plus ancienne et que son âge vrai remonterait au Paléocène, c'est-à-dire aux couches synchroniques à notre étage montien de Belgique.

On sait que l'étage montien comprend, dans ses parties connues, deux assises; l'une, inférieure, marine, qui est représentée par les facies latéraux et absolument synchroniques : Tuffeau de la tranchée de Hainin, Tuffeau de Ciply, Calcaire de Cuesmes à grands Cérithes (1) et Calcaire grossier de Mons, les trois premiers facies étant à faune exclusivement marine, tandis que le Calcaire de Mons montre déjà des influences saumâtres et littorales; l'autre, supérieure, continentale.

(1) Le Calcaire ou Tuffeau de Cuesmes à grands Cérithes est tout simplement du Tuffeau de Ciply, avec un peu plus de grands Cérithes rassemblés en amas.

Tous les facies marins présentent, à la base, un gravier très bien marqué, parfois épais de 1 mètre, quelquefois très fossilifère.

Malgré tout ce qu'ont dit et diront encore nos confrères français (1) au sujet de l'âge du Montien de Belgique, j'ai démontré, d'une manière que je considère comme péremptoire (2), par l'étude des faunes du Maestrichtien supérieur — encore nettement crétacée — et du Montien inférieur — dépourvue de toute forme crétacée caractéristique, — que la faune du Montien inférieur est nettement tertiaire et que quantité d'espèces représentatives de celles qui se sont développées beaucoup plus tard dans les sables de Cuise et dans le Calcaire grossier de Paris y existent déjà.

Cornet et Briart avaient du reste déjà attiré l'attention sur ce point dans leur description de la faune du Calcaire grossier de Mons, et tous les géologues belges sont si bien d'accord sur l'âge tertiaire du Montien que, d'accord avec M. Alph. Briart, ils en ont fait le terme « Paléocène » de la légende de la Carte géologique de la Belgique.

Nos confrères français veulent entraîner notre Montien dans le Crétacé parce qu'ils assimilent nos couches de Mons au Calcaire pisolithique du bassin de Paris et qu'ils font du Crétacé de ce Calcaire pisolithique.

Nous n'avons pas la compétence voulue pour influencer en rien nos sympathiques confrères dans la fixation de l'âge du Calcaire pisolithique, et, pour ce qui me concerne, j'accepterai volontiers la décision qu'ils prendront, vu qu'ils ont en mains tous les éléments de solution du problème; mais pour ce qui est d'entraîner le Montien belge dans le Crétacé, il n'y faut plus songer; nous possédons des matériaux trop parfaits et trop concluants pour que la question puisse être remise en discussion.

C'est, à notre avis, une affaire terminée.

Ces points relatifs au Montien inférieur marin étant acquis, j'ajouterai que les couches marines sont surmontées de couches à facies

(1) Dans la nouvelle édition de son *Traité de Géologie,* M. de Lapparent place encore le Calcaire de Mons et le Tuffeau de Cuesmes à grands Cérithes dans le Montien et le Tuffeau de Ciply dans le Danien, Montien et Danien étant considérés comme sommet du Crétacé. Je ne puis que répéter, avec tous mes confrères belges, que Calcaire de Mons, Tuffeau de Ciply et Tuffeau de Cuesmes ne sont que des facies latéraux d'une seule et même couche à faune dépourvue de tout caractère crétacé.

(2) A. Rutot, *Montien et Maestrichtien.* Annexe au mémoire intitulé : *Essai de synchronisme des couches maestrichtiennes et sénoriennes de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle.* Bull. Soc. belge de Géologie, t. VIII, 1894.

lagunaire, d'eau douce, lacustres, etc., avec intercalations ligniteuses.

Ces couches sont généralement peu fossilifères; j'ai rencontré des Physes dans les argiles lagunaires de la tranchée de Hainin, et, plus récemment, M. J. Cornet, fils et digne successeur du si regretté F.-L. Cornet, a rencontré, à la base du Quaternaire, aux environs de Mons, des plaquettes de grès dur, remaniées du sommet du Montien et renfermant des empreintes de nombreuses coquilles d'eau douce (Physes, Lymnées, etc.), accompagnées de graines de *Chara*.

En dehors de ces données et de quelques autres, éparses, l'assise supérieure du Montien restait peu connue et son extension géographique très restreinte.

Récemment, le levé des feuilles de Quiévrain et de Saint-Ghislain m'a fait reconnaître, soit en affleurements, soit par sondages, quelques extensions peu importantes, mais les connaissances menaçaient de rester stationnaires et incomplètes lorsque mon attention fut attirée sur des exploitations d'argile ouvertes sur le territoire de Leval-Trahegnies, à l'Est de Binche (Hainaut).

Depuis quelques années, l'industrie des produits réfractaires et des ciments a pris, en Belgique, une énorme extension; des fabriques de ciment, surtout, s'élèvent en quantité de points et des recherches d'argile plastique, suivies d'exploitations souvent très vastes, s'opèrent partout où la présence de l'argile convenable est soupçonnée.

Il y a peu de temps, l'argile du Trieu de Leval n'était guère connue, par quelques affleurements, que de M. A. Briart.

Cet éminent géologue avait levé les feuilles de Binche et de Morlanwelz, et lorsqu'il présenta ses minutes manuscrites au 20 000e, l'argile de Leval y fut délimitée et notée comme appartenant à l'assise supérieure du Montien.

Depuis, ces feuilles ont paru, publiées au 40 000e, et j'ai été fort étonné d'y retrouver les mêmes argiles avec la notation du Heersien.

Ce qui semble avoir modifié l'idée première d'Alph. Briart, c'est, comme il le dit dans la légende, qu'il n'a constaté la présence de l'argile du Trieu de Leval que sous du Landenien moyen (1); dès lors,

(1) Dans la légende de la carte géologique, il n'est pas question de Landenien moyen. Il n'existe que deux termes : Landenien supérieur (*L2*) et Landenien inférieur, exclusivement marin (*L1*); mais dans ses écrits, M. Briart a toujours parlé d'un Landenien moyen qui n'est autre que le sable marin d'émersion (*L1d*) et qui, du reste, dans le Hainaut, se raccorde souvent au sable d'immersion (*L1b*) de manière à former un tout sableux (*L1bd*) reposant directement sur le cailloutis de base (*L1a*) sans intercalation du terme argileux (*L1c*).

il a cru devoir rajeunir un peu l'âge de l'argile et il en a fait un représentant continental du Heersien dont jusqu'ici, en dépit des nombreux restes de végétaux terrestres qu'il renferme, toutes les couches connues sont parfaitement et exclusivement marines, ainsi que le montre la faune à types exclusivement marins qui accompagne les végétaux.

D'après des constatations que j'ai pu faire, l'argile de Leval est bien certainement inférieure au Landenien inférieur marin (facies d'Angres), ainsi que le montre clairement une exploitation de sable abandonnée, située à l'Est et à proximité de la gare. Ce Landenien inférieur présente même à sa base un cailloutis de silex verdis très apparent.

Il est bien certain que le fait de se trouver sous le Landenien inférieur n'implique pas forcément l'âge montien pour l'argile de Leval.

Sous le Landenien inférieur, il est rationnel qu'il puisse exister des couches heersiennes, mais, puisqu'aux environs de Mons, on connaît des couches argileuses que l'on a toujours rapportées au Montien supérieur, il semble plus simple d'y raccorder les couches de Leval, situées, comme les autres, dans la dépression de la vallée de la Haine.

Il est vrai que l'on pourrait aussi considérer comme heersiennes les couches dont on a fait jusqu'ici le Montien supérieur.

Disons toutefois qu'on n'a jamais constaté de séparation nette, par ravinement ou gravier, entre le Montien supérieur et le Montien inférieur marin.

Les grandes exploitations d'argile creusées dans les argiles de Leval, au Trieu, à environ 2 kilomètres au Sud-Est de la gare de Leval-Trahegnies, vont problablement permettre de résoudre la question de l'âge vrai.

En effet, nous connaissons, par le beau mémoire de Marion et du marquis de Saporta, la flore, très riche, du Heersien de Gelinden (Limbourg).

Or, les argiles de Leval viennent précisément de fournir les premiers éléments d'une flore terrestre représentée par des troncs ligniteux à texture organique plus ou moins pyritisée et par des empreintes de tiges et de feuilles; les plus abondantes de celles-ci ressemblent beaucoup, comme forme générale et dimensions, aux feuilles du châtaignier.

Lorsque nous aurons recueilli suffisamment d'empreintes du Montien supérieur de Leval, nous pourrons donc comparer utilement cette flore à celle de Gelinden.

Mais ce qui est d'un grand intérêt, c'est la découverte, dans l'argile accompagnant les empreintes de feuilles, de gros fragments plus ou

moins arrondis de résine fossile de couleur jaune rougeâtre ou rouge sombre, très pure, très transparente; de plus, dans une couche de lignite feuilleté, j'ai rencontré des fragments de troncs d'arbres à l'intérieur desquels se voient de gros globules de résine.

Les gros fragments libres ont les contours moins arrondis que l'ambre de la Baltique, et la matière est très cassante, fendillée et non élastique comme l'ambre véritable.

Il n'y a pas identité.

Quoi qu'il en soit, voilà de grandes quantités de résine fossile rencontrées, avec des végétaux, dans le Montien supérieur ou Paléocène du Hainaut. Il y aurait là une similitude de plus avec le Paléocène à ambre de la Baltique.

Je n'ai, jusqu'ici, pas encore aperçu d'insectes conservés dans la résine fossile du Montien de Leval; je ne perds pas toutefois l'espoir d'en rencontrer, et cette découverte aiderait beaucoup à vérifier s'il y a identité de faunes entomologiques entre l'ambre vrai et la résine du Montien.

Bien qu'il existe trois exploitations d'argile montienne à Leval, la résine et les empreintes végétales n'ont encore été rencontrées que dans une seule d'entre elles.

Cette exploitation, la plus élevée comme altitude (cote 135), montrait, à son origine, en mai 1900, la coupe suivante :

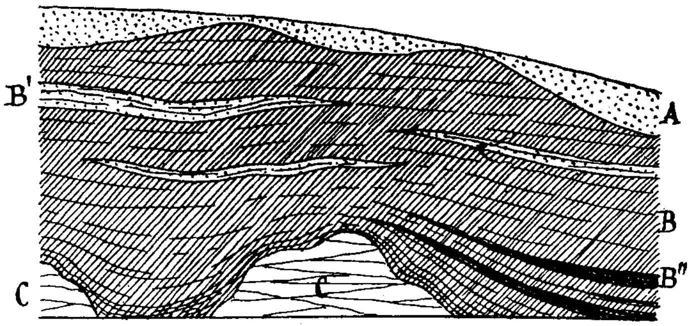


Fig. 1. — Coupe d'une exploitation d'argile plastique au Trieu de Leval, en mai 1900.

A. Sable vert, grossier, base de l'Ypresien (facies argilite de Morlanwelz) $0^m,50$ à $1^m,00$
B. Argile grise, plastique, exploitée, avec lits lenticulaires de sable jaune B' et bancs noirs ligniteux B'' . . . . $4^m,00$ à $6^m,00$
C. Pitons de craie blanche argileuse sans silex (probablement craie de Saint-Vaast) . . . . $2^m,00$

On voit donc ici très nettement le contact direct de l'argile plastique sur le Crétacé sous-jacent.

Ce contact se fait par superposition simple et directe, sans trace de gravier. L'allure du contact, très irrégulière, n'est certainement pas due à de véritables ravinements. A mon avis, cette allure est due à des poches de dissolution de la craie dans lesquelles l'argile s'est effondrée.

D'autre part, le contact de l'argile et de la craie paraît intime, en ce sens que des filets de craie entrent horizontalement dans l'argile et des filets d'argile entrent dans la craie.

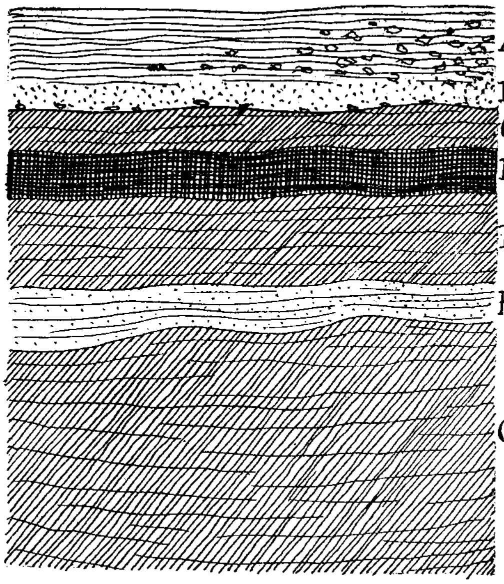


Fig. 2. — Coupe de la même exploitation d'argile en octobre 1901.

A. Argile sableuse, glauconifère, avec petites concrétions gréseuses irrégulièrement distribuées 2m,00
B. Sable glauconifère meuble, à grain grossier, avec nombreux nodules ferrugineux arrondis à la base 0m,30
C. Argile grise, plastique 0m,60
D. Couche régulière de lignite noir, feuilleté, avec empreintes végétales diffuses et fragments assez volumineux de troncs d'arbres à texture xyloïde plus ou moins pyritisée, montrant parfois des globules de résine fossile en place, écoulée à l'extérieur 1m,00
E. Argile grise, plastique, avec empreintes végétales 2m,00
F. Lit de sable jaune, stratifié, indiquant une disposition lenticulaire, 1 mètre à 1m,50
G. Argile gris blanc, plastique, avec empreintes de végétaux et nodules libres de résine; de 4 mètres à 5m,00

Il semble, et c'est bien là mon opinion, que, pendant une émersion, la masse de craie argileuse, sans silex, primitivement déposée dans la région, a été altérée et dissoute sur une forte épaisseur, puis qu'à l'époque montienne, le résidu argileux a été remanié sur place par des eaux à cours tranquille, mais de vitesse variable, comme le montrent les intercalations sableuses.

En octobre 1901, j'ai revu la même exploitation.

Elle s'était considérablement agrandie et elle avait été surtout développée en montant; aussi n'apercevait-on plus les pitons de craie du fond, tandis que l'épaisseur de l'Ypresien sus-jacent avait augmenté.

J'ai noté la coupe reproduite ci-contre (fig. 2).

Les couches A et B appartiennent à la base de l'Ypresien qui se développe au-dessus, sur 35 mètres d'épaisseur, montrant un facies curieux, participant à la fois de l'Ypresien normal, de l'argilite de Morlanwelz et des sables littoraux de Peissant. Les grès et plaquettes d'argilite renfermés dans l'argile sableuse ypresienne contiennent les coquilles caractéristiques de l'argilite de Morlanwelz : *Leda Corneti* et *Nucula Briarti.*

Vers la cote 170, on observe le contact du sable jaune avec grès irréguliers du Bruxellien sur l'Ypresien.

Une autre exploitation, située à 300 mètres Ouest de la précédente, est ouverte un peu en contre-bas. Elle montre :

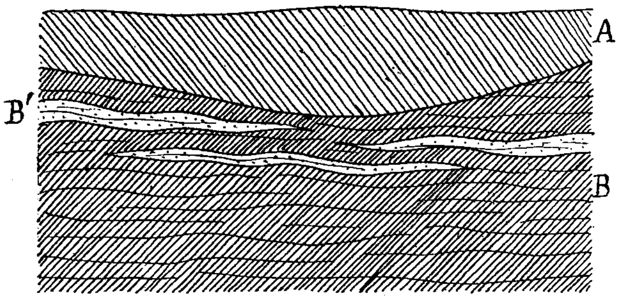


Fig. 3. — Coupe d'une exploitation d'argile a l'ouest de la précédente.

A. Limon hesbayen, gris, panaché, argileux, normal . . . . $1^m,00$ à $3^m,00$
B. Argile gris brun foncé, plastique, exploitée, avec lits sableux lenticulaires B′, de couleur jaunâtre . . . . $4^m,00$ à $5^m,00$

Cette exploitation, qui ne montre pas de lits ligniteux, est probablement creusée dans des couches inférieures à celles de l'exploitation précédente.

En 1900, j'ai également visité une troisième exploitation d'argile située à 1 kilomètre à l'Est de la station de Leval-Trahegnies.

L'excavation, profonde de 4 à 5 mètres, montrait, affleurant directement au sol, sous une faible épaisseur de cailloux quaternaires, l'argile grise compacte et plastique, très dure, avec lentilles de sable roux, surtout vers le haut.

Jusqu'ici, nous n'avons encore constaté que la superposition de l'Ypresien à l'argile montienne; mais il existe, à 300 mètres à l'Est de la gare de Leval, une grande excavation, aujourd'hui à peu près abandonnée, montrant très nettement la superposition du Landenien inférieur à l'argile montienne.

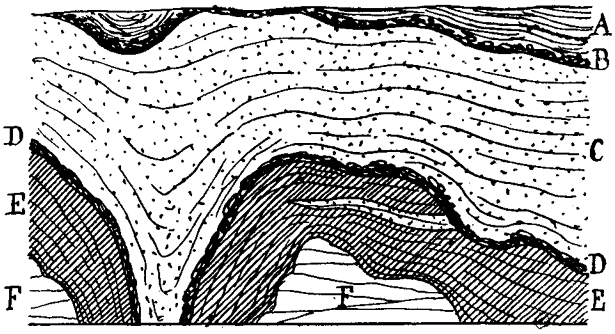


Fig. 4. — Coupe dans une excavation a 300 mètres a l'Est de la gare de Leval-Trahegnies.

A. Glaise verdâtre moséenne 1m,00
B. Cailloutis base du Moséen, en majeure partie constituée de petits grès blancs irréguliers remaniés de l'Ypresien, mêlés à des roches d'origines diverses et renfermant des silex utilisés, caractéristiques de l'industrie reutelo-mesvinienne 0m,30
C. Sable glauconifère, Landenien inférieur marin (*L1bd*), exploité comme sable de moulage pour fonderies 2m,00
D. Cailloutis uniquement formé de silex crétacés, corrodés, à surface verdie. . 0m,20
E. Argile grise, plastique, dure, montienne, avec lits de sable jaune ou blanchâtre intercalés vers le haut, 2 mètres à 4m,00
F. Craie blanche à silex bigarrés (craie de Saint-Vaast, d'après M. A. Briart). . —

Actuellement, cette excavation présente un aspect bizarre et, d'abord, déroutant. Le fond n'est formé que de bosses et de fosses profondes dans les parois desquelles on voit, à toutes hauteurs, du Quaternaire, du sable landenien inférieur (*L1bd*), le cailloutis à silex verdis de base (*L1a*), l'argile grise montienne et la craie blanche à silex bigarrés.

Après étude, on voit que cette disposition extrêmement compliquée

et chaotique est due à quantité d'effondrements plus ou moins profonds qui se sont produits par dissolution du soubassement de craie blanche, effondrements dans lesquels est descendue lentement toute la série des couches sus-jacentes.

On voit ainsi le cailloutis de silex verdis, base du Landenien inférieur marin, sortir verticalement de la profondeur en tapissant l'intérieur de la poche d'altération, puis s'étaler horizontalement pendant quelques mètres pour replonger de nouveau verticalement et ainsi de suite.

Ce cailloutis recouvre, soit des amas de glaise ou argile compacte montienne, avec intercalations de lits de sable blanchâtre vers le haut, soit directement la craie blanche.

Au-dessus du cailloutis se voit très bien le sable glauconifère landenien, recouvert lui-même de cailloux et de glaise moséenne.

La figure 4 ci-contre montre une coupe prise en un point local de l'excavation.

A peine à 100 mètres au Nord de cette excavation, il en existe deux autres où, sous plusieurs mètres de couches quaternaires, on exploite le sable glauconifère *L1bd*, terminé à la base par un grès argileux très glauconifère, fossilifère, en tout identique au « Tuffeau d'Angres », qui recouvre immédiatement le cailloutis à silex verdis base du Landenien à allure très irrégulière à cause de la présence de poches d'altération dans la craie sous-jacente.

L'argile de Leval est donc bien directement inférieure au terme le plus inférieur du Landenien : le Tuffeau d'Angres et le cailloutis à silex verdis de base.

M. *Buttgenbach*, au sujet de cette communication, fait connaître que, dans les Indes hollandaises, il a eu l'occasion de voir des gisements de lignite dans lesquels il a constaté la présence de l'ambre. Le lit du gisement était presque complètement formé d'ambre contenant des cristaux de quartz; il était recouvert de fossiles.

M. *Lotti* ayant fait parvenir une traduction de son travail sur *Les gîtes métallifères stratifiés et la couche minéralisée du cap Garonne, en France*, il est décidé de la publier dans les *Traductions et reproductions* du *Bulletin*.

M. *Ernest Van den Broeck* fait la communication ci-après :

QUELQUES

OBSERVATIONS NOUVELLES FAITES A FURFOOZ

LE 12 OCTOBRE 1901

A l'occasion d'une excursion de la Société d'archéologie de Bruxelles

PAR

E. VAN DEN BROECK

On se souvient qu'une série d'indices et d'observations a permis à MM. Rahir et Van den Broeck (1) d'émettre, avec de grandes chances de vraisemblance, l'hypothèse qu'un court-circuit, traversant la région de la grande boucle de la Lesse, à Furfooz, fait communiquer souterrainement les eaux d'amont du commencement du grand escarpement rocheux de Furfooz avec celles de la région d'aval, au voisinage de la boucle suivante, bordant les rochers de Chaleux.

Parmi les éléments de justification de cette thèse, les auteurs précités ont signalé le *Trou qui fume,* orifice béant de cheminée rocheuse située sur le sommet des rochers de Furfooz, non loin de la célèbre caverne, explorée par M. Dupont, dite : le *Trou des Nutons* (voir fig. 1).

Chargés de contribuer à la préparation d'une excursion de la Société d'archéologie de Bruxelles, à Furfooz, MM. Rahir et Van den Broeck, ayant précédé d'un jour la dite Société, dont l'excursion a eu lieu le dimanche 13 octobre, ont eu l'occasion, malgré le court laps de temps dont ils disposaient et les devoirs qui leur incombaient, de faire à Furfooz quelques observations complémentaires intéressantes.

(1) E. VAN DEN BROECK, *Explorations nouvelles dans le site de Furfooz. I. Le Puits des Veaux et le Trou qui fume.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., t. XIV, 1900, *Pr.-Verb.*, 17 juillet, pp. 205-212.)

E. RAHIR, *Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits des Veaux.* (IBID., t. XV, 1901, *Pr.-Verb.*, 15 janvier, pp. 7-10.)

C'est ainsi que le samedi 12, se trouvant à proximité du Trou qui fume, ils ont eu la curiosité de noter exactement les différences de température de l'air expiré par la cheminée avec l'air ambiant.

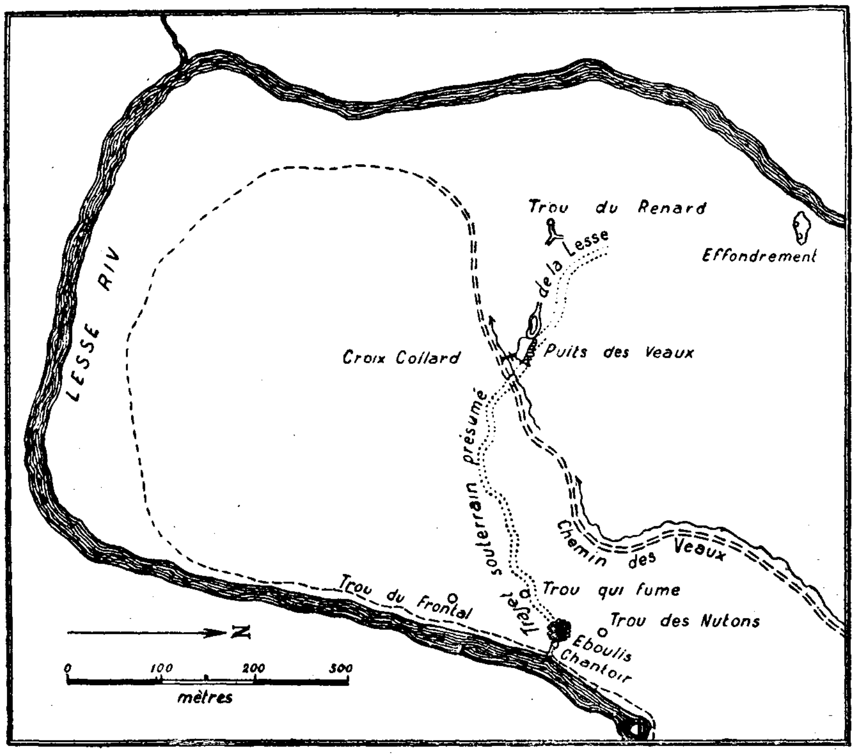


Fig. 1. — Les communications souterraines de la Lesse dans la boucle de l'escarpement de Furfooz. — Le Puits des Veaux.

Il était 8 heures du matin, le temps était fort brumeux, le brouillard se dissipait lentement et difficilement, après avoir été général et très épais dans toute la vallée de la Lesse. A proximité du Trou qui fume, la température extérieure ne s'élevait qu'à 5°,75. Or le courant, chaud et rapide, qui s'exhalait du Trou qui fume avait une température de 13°,50, soit 8°,25 en plus que l'air extérieur.

La vitesse de l'air chaud qui s'échappait ainsi devait être assez considérable, car le courant était assez vif pour que certaines de ses parties fissent voltiger et s'échapper au dehors des objets légers, tels que des feuilles mortes, etc.

Quant à la température matinale de la Lesse, elle était de 10°,25, soit de 3°,25 au-dessous de celle de l'air expiré par la cheminée.

L'existence d'un chenal souterrain et l'accumulation, dans une grande cavité — dont le Trou qui fume constituerait la cheminée d'aérage — des eaux de la Lesse, antérieurement échauffées, sur leur lit caillouteux et peu profond, par la radiation solaire des jours précédents, semble être l'hypothèse pouvant le mieux expliquer les faits ici relatés.

La vraisemblance de cette hypothèse constitue donc un élément confirmatif en faveur des vues naguère émises par MM. Rahir et Van den Broeck au sujet de l'existence d'un court-circuit souterrain de la Lesse dans la région de la boucle de Furfooz.

Mais il y a mieux encore, et le court-circuit indiqué paraît pouvoir prendre plus d'ampleur, en ce sens qu'il pourrait bien s'étendre à la boucle suivante de la Lesse dans la région de Chaleux (voir fig. 2).

Si l'on se reporte au croquis constitué par la figure ci-contre, on constate, en aval du site de Furfooz, l'existence d'un massif rocheux partiellement boisé, faisant face à la plus septentrionale des hauteurs séparées par le chemin des Veaux et que la carte topographique désigne sous les noms de montagne du Chalet et montagne de la Fontaine.

Ce massif de la rive gauche de la Lesse forme un éperon rocheux dont l'extrémité est occupée par le hameau de Chaleux et il est séparé, par une nouvelle boucle de la Lesse, du grand escarpement des rochers de Chaleux, qui lui fait face au Nord.

Or, d'après les dires concordants de gens du pays, ce massif présente un phénomène particulier qui paraît n'avoir pas encore attiré l'attention des explorateurs ou des touristes.

A environ une centaine de mètres en amont de la traversée de la ligne du chemin de fer et à proximité d'une carrière ouverte sur le flanc oriental du massif précité, on constate pendant l'hiver, paraît-il, une ligne très nette de givre, assez localisée en largeur, mais qui s'élève presque verticalement le long du flanc de l'éperon rocheux, pour redescendre de l'autre côté (voir fig. 2 en regard de B).

Il paraît assez naturel de considérer cette traînée rectiligne de givre comme l'indication d'une grande diaclase du massif rocheux, en même temps que d'une circulation d'eau, d'air et de vapeurs pouvant, comme dans le cas du Trou qui fume, être rattachée à des cavités souterraines et à des canaux en courts-circuits constituant des bras ignorés de la Lesse.

Il est même à remarquer que s'il en était ainsi, nous pourrions être en présence de deux parties d'un seul et même court-circuit traversant à la fois les boucles dites de Furfooz et de Chaleux.

Il suffit, en effet, de se reporter au croquis ci-contre (fig. 2) pour

constater un seul et même alignement, à peine un peu sinueux, des divers phénomènes et dispositifs rattachés les uns aux autres dans l'hypothèse de MM. Rahir et Van den Broeck.

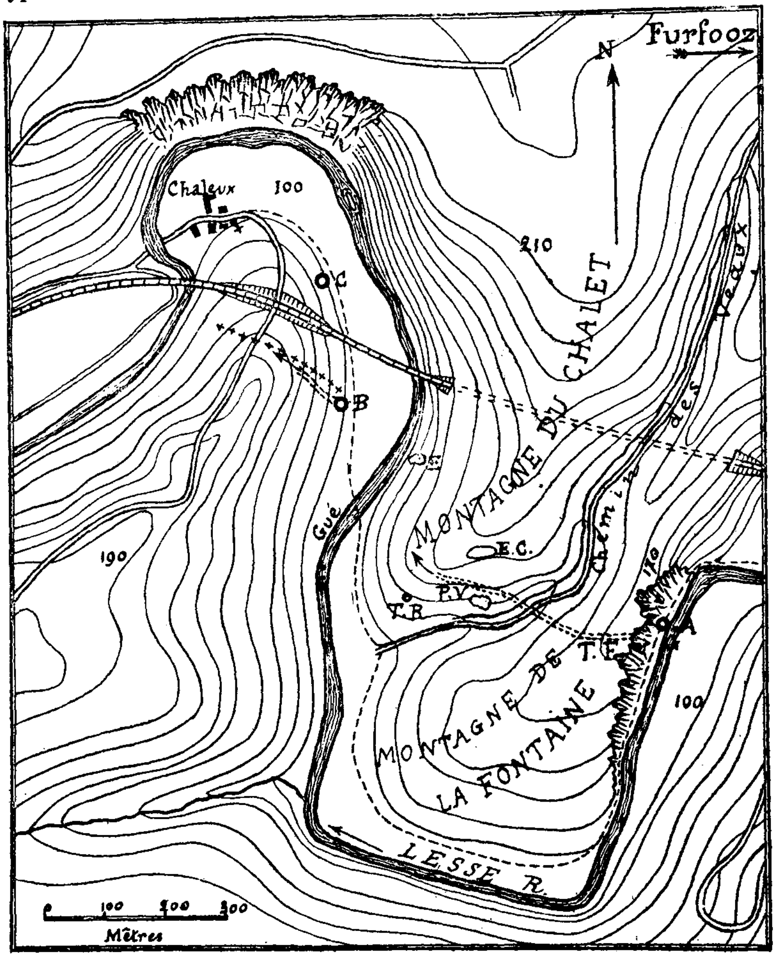


Fig. 2. — Région des courts-circuits souterrains probables de la Lesse, a Furfooz et Chaleux.

A. — Aiguigeois des Nutons.
B. — Aiguigeois des Sources.
C. — Aiguigeois de Chaleux.
GG. — Gouffres de la Lesse (1).
—— Courbes de niveau.
TR. — Trou du Renard.
PV. — Puits des Veaux.
TF. — Trou qui fume.
E. — Effondrement.
EC. — Exploitation de calcite.
++++++ Emplacement approximatif de la trainée hivernale de givre.

(1) La lettre G indiquant celui des deux « gouffres » de la Lesse qui se trouve à 100 mètres en amont du gué vers Chaleux est mal sortie sur le cliché où une simple tache dans la Lesse l'a remplacée !

Au lieu de faire détourner en crochet vers la droite la partie d'aval du court-circuit souterrain indiqué hypothétiquement par un double pointillé dans la figure 1, — qui n'est que la reproduction de la figure ayant accompagné la note de M. Rahir, — il suffirait de la prolonger, sans trop de déviation, au travers de l'éperon rocheux de la boucle de Chaleux et conformément au tracé de la traînée hivernale de givre mentionnée plus haut.

L'existence et la disposition de la traînée de givre, signalée à MM. Rahir et Van den Broeck par leur zélé et consciencieux fouilleur Camille Collard, est un fait constaté, paraît-il, par de nombreux habitants de la région environnante, mais que M. Van den Broeck ne peut que relater en attendant vérification personnelle à un moment favorable de l'hiver.

Voici cependant un commencement de preuve d'une communication souterraine de la Lesse sous l'éperon rocheux de Chaleux, en coïncidence avec l'emplacement indiqué pour la traînée de givre.

A la base de l'escarpement et à proximité du bord d'aval de la petite carrière mentionnée plus haut, soit à une centaine de mètres du pont du chemin de fer, il existe un chantoir ou aiguigeois qui semble avoir jusqu'ici curieusement échappé aux recherches et qui ne porte aucun nom local.

Il est cependant très nettement indiqué par une zone assez profonde de dépressions, garnies d'arbustes et de blocs de rochers, zone située à un niveau sensiblement inférieur à celui de la prairie qui la sépare de la Lesse.

C'est Camille Collard, de Furfooz, qui, au cours de ses furetages, avait remarqué, au pied de la falaise rocheuse et à l'extrémité de la dépression susdite, une sorte de cavité en partie obstruée par des blocs rocheux. Ayant déplacé ceux-ci, il avait pu s'introduire non sans peine dans la cavité et avait ainsi découvert l'amorce et le début des galeries souterraines avec cours d'eau, que MM. Rahir et Van den Broeck ont pu ainsi sommairement explorer avec lui le 12 octobre dernier.

La description détaillée de ces cavités, qui viennent s'ajouter à celles déjà si nombreuses de la région environnante, sera fournie ultérieurement, lorsque d'indispensables travaux d'accès et d'aménagement intérieur auront été exécutés. Il convient qu'actuellement l'accès de cet aiguigeois et de ses galeries soit strictement défendu, car on s'y trouverait en présence d'un double danger : celui de grandes profondeurs d'eau séparant des berges glissantes de boue gluante, et qu'il faut franchir non sans peine, et celui de blocs pesants qu'un faux mouvement

ferait aisément écrouler sur l'explorateur non prévenu de leur position peu assurée.

Les galeries souterraines, dont l'aiguigeois nouveau constitue la cheminée d'entrée des eaux de grandes crues de la Lesse, sont peu étendues dans leur zone accessible par suite de l'abaissement des voûtes et du siphonnement des eaux du ruisseau souterrain qui les parcourent. Les fluctuations du niveau d'eau dans ces galeries doivent être considérables et ont laissé des traces manifestes jusque plus de $2^m,50$ au-dessus du niveau des eaux, à la date (12 octobre 1901) de l'observation. Peut-être en basses eaux d'été, l'étendue des galeries accessibles se montrera-t-elle plus grande, ou de nouvelles galeries pourront-elles encore être découvertes.

Quoi qu'il en soit, voici les faits qui ont été établis : à peu de distance de l'entrée de l'aiguigeois, il existe des émissions d'eaux vives sous forme de sources bouillonnantes, dont la réunion constitue un gros ruisseau qui se perd dans les galeries souterraines. Celles-ci, guidées par de multiples diaclases, sont dirigées plus ou moins normalement à l'éperon rocheux et aussi au cours de la Lesse, située à une centaine de mètres plus à l'Est.

La direction de ces galeries et, par conséquent, du cours d'eau paraît donc devoir être celle de la traînée de givre hivernal dont il est question plus haut.

La pente du cours d'eau souterrain se montrait très rapide. Vers l'entrée, à proximité des sources le faisant naître près de l'aiguigeois, le niveau des eaux courantes paraissait être à un peu plus de 1 mètre en contre-bas du niveau de la Lesse (1).

Les eaux du ruisseau souterrain paraissaient fort limpides, tandis que celles de la Lesse se montraient, en ce moment, troubles et un peu limoneuses. Ce fait impliquait donc, plutôt qu'une infiltration latérale immédiate, un phénomène de filtration mécanique et de communication souterraine à grande distance.

Il est à noter que le lac semi-souterrain du Puits des Veaux, situé sur l'autre rive de la Lesse, ne peut être considéré, comme paraît cependant l'indiquer le tracé de la figure 1, comme une section du court-circuit. Ce lac est constitué par des eaux stagnantes et *exactement* au niveau de la Lesse, tandis que le ruisseau du nouvel aiguigeois est à plus de 1 mètre en contre-bas de la rivière et offre une pente rapide. Seules des communications indirectes et encore difficiles à préciser peuvent mettre le lac souterrain du Puits des Veaux en communication

(1) D'après une observation rapide faite avec le baromètre altimétrique Goulier.

accessoire avec la partie d'amont du court-circuit, tandis qu'il paraît être en communication souterraine plus directe et permanente avec les eaux de la rivière. La figure 2 rend mieux compte que la figure 1 de cet état de choses.

L'hypothèse à laquelle s'arrêtent actuellement MM. Rahir et Van den Broeck, est que le ruisseau souterrain ignoré, dont ils ont pu observer une section sous le massif de la boucle de Chaleux, pourrait être la continuation, à l'Ouest, du court-circuit qu'ils ont, en 1899, évoqué pour expliquer les divers faits exposés par eux dans la région de la boucle de la Lesse, à Furfooz.

Les sources faisant apparaître le ruisseau du nouvel aiguigeois seraient donc la résurgence des eaux de la Lesse engouffrées à proximité du Trou des Nutons et du Trou qui fume, à l'escarpement de Furfooz.

Lorsque des observations complémentaires auront pu être faites, ainsi que des expériences à la fluorescéine, nos confrères reviendront sur ce sujet. Ils proposent de baptiser le nouveau dispositif découvert sous les noms de *Galeries* et d'*Aiguigeois des sources*.

Pour le moment, M. Van den Broeck se borne à signaler encore le vif intérêt que présentent ces nouvelles cavités comme preuves à l'appui du pouvoir de *corrosion* des eaux circulant dans les massifs calcaires. On y observe, en effet, un curieux développement des surfaces dites « cupulées » du calcaire, s'appliquant à de vastes lames minces du calcaire corrodé, dont les bords tranchants et dentelés rappellent l'allure des lames barbelées des kriss javanais. Ces délicates ciselures naturelles, incontestablement dues au travail chimique et non à l'action mécanique des eaux — certains *reliefs* de fines strates schisteuses le démontrent — seront, au printemps prochain, photographiées par les soins de M. Ed. Rahir, ainsi qu'un curieux bloc de calcaire massif en forme de nid de guêpe. Ce bloc, qui se rattache, par un mince pédoncule, au massif calcaire sous-jacent, a 1 mètre de haut et 1 mètre de longueur. Or le fragile pédoncule rocheux, qui, par un miracle d'équilibre, rattache cette masse imposante au rocher qui la supporte, a seulement 12 centimètres de long et à peine 6 centimètres de large!

L'explorateur imprudent ou simplement non prévenu qui, distraitement, s'appuierait contre ce terrible champignon de pierre, courrait le risque de briser ce frêle lien rocheux et de se voir écrasé sous le poids de la roche contre laquelle il est impossible d'ailleurs de ne pas passer pendant l'exploration de ces galeries souterraines.

Une autre observation assez intéressante a pu être faite, toujours le 12 octobre, à Furfooz, par M. Van den Broeck et a permis à la Géologie

de fournir l'explication rationnelle de conditions de gisements et d'interprétations qui seraient ici restées impossibles sans le secours de cette science.

Il s'agit de fouilles faites sous la direction de M. A. Rahir et du baron de Loë sur le plateau de la montagne dite du Chalet, au Nord du Chemin des Veaux et sur le territoire de la commune de Furfooz.

Ces fouilles avaient été exécutées par Camille Collard à la suite du résultat inattendu des recherches de cailloux roulés qu'il avait faites à la demande de M. Van den Broeck. On se souvient que dans une des galeries du fond de la nouvelle caverne dite Trou du Renard, à Furfooz (voir fig. 1), d'abondants cailloux roulés, partiellement agglutinés en poudingue, avaient été constatés par M. Van den Broeck, dans une position ne permettant pas d'admettre que des apports dus à la Lesse y fussent pour quelque chose, d'autant plus que la partie antérieure de la grotte du Renard, faisant face à la Lesse, ne contenait pour ainsi dire pas de cailloux roulés.

Désireux de retrouver les mêmes cailloux roulés sur le plateau, lieu d'origine vraisemblable de ceux de la grotte, M. Van den Broeck avait fait fouiller, par Camille Collard, le sol tantôt calcaire, tantôt limoneux du plateau.

Des cailloux furent retrouvés, mais pas en grande abondance, dans les endroits fouillés. C'est à cette occasion que C. Collard découvrit, au cours de ses excursions, le curieux gisement de grandes poteries plates et de bois de Cervidés (voir E. C., fig. 2), qui avait depuis lors reçu de M. de Loë le nom, tout provisoire d'ailleurs, de « campement gaulois ». Outre de nombreux fragments de grands vases plats très grossièrement fabriqués, mélangés avec des vestiges de vases plus petits et dont certains débris paraissaient présenter des dessins de type gaulois, ce gisement avait fourni une quantité très considérable de bois de Cervidés, dont certains se montraient nettement travaillés en outils. L'un de ces outils rappelle curieusement, d'après M. de Loë, un instrument qu'il avait vu dans un musée étranger et rapporté à l'époque gauloise. Il y avait, mélangé aux débris de poteries et aux bois de Cervidés, une sorte de gravier cristallin, blanchâtre, formé de débris pierreux très particuliers, des fragments de charbons de bois, sans traces cependant de foyers, et, enfin, par places, des accumulations de pierres pugilaires ou capitaires, les unes calcaires, les autres en roches dures. A première vue, on pouvait se croire en présence de moellons hétérogènes, vestiges probables de murs écroulés.

Devant la difficulté d'attribuer une détermination bien définie à ce gisement, dont la signification paraissait échapper à l'analyse archéolo-

gique, MM. de Loë et Rahir prièrent M. Van den Broeck d'utiliser sa présence, à Furfooz, pour examiner, en géologue, le gisement rebelle aux interprétations de l'archéologie.

La solution du problème était bien simple. Il ne s'agissait nullement d'un campement ou plutôt d'une habitation proprement dite, mais bien d'une *mine* plus ou moins préhistorique, mine ayant dû servir à alimenter un atelier de fabrication de poteries primitives.

La dite mine ou carrière avait été établie dans la zone d'affleurement d'un remarquable épanouissement d'un *filon de spath calcaire* inséré dans le calcaire carbonifère constituant le massif rocheux du plateau.

A l'aide de leurs outils primitifs en bois de Cervidés, les exploitants ont vidé de ses parties les plus désagrégées et les moins cohérentes, l'affleurement de calcite et ont fini par y creuser un large lacis de cuvettes et de couloirs entrelacés dont la profondeur atteint rarement plus de $1^{m},50$. A l'aide de gros silex arrondis, avec surfaces d'usure bien caractérisées, et ayant certainement servi de *broyeurs*, ils ont pulvérisé sur place les cristaux rhomboédriques du spath calcaire extrait par eux et ont ainsi obtenu le fin gravier sableux de spath calcaire qui semble avoir été très constamment employé par les peuplades primitives pour la fabrication de leurs poteries grossières, où l'on retrouve, comme on sait, de nombreux fragments cristallins de cette substance destinée à empêcher des défectuosités de cuisson.

Les fragments de poteries contenus dans les déblais de l'antique mine de spath se montrent abondamment parsemés, dans toute l'épaisseur de leur pâte grossière et hétérogène, de ces fragments de spath, et l'on sait que ce caractère est très général dans beaucoup de poteries néolithiques.

La cuisson des poteries se faisait-elle au voisinage ou à proximité de la carrière de spath? Il n'est pas encore possible de rien affirmer ni infirmer à cet égard. S'il avait dû en être ainsi, il semble que le nombre de vases ou de débris eût dû être plus considérable encore et que des amas spéciaux et compacts de vases de rebut et brisés eussent dû être découverts.

Or les poteries, représentées surtout par des fragments de grands vases plats, étaient toujours éparses et distribuées à divers niveaux, depuis $0^{m},30$ jusque $1^{m},40$ de profondeur. Il n'y avait pas d'amas proprement dits. Aucune trace de foyer proprement dit n'accompagnait les cendres éparses de charbon de bois.

C'est tout au plus si l'accumulation des grosses pierres, mélangées en certains points avec les résidus cristallins de l'exploitation et les fragments de poteries, était de nature à faire naître l'idée de dispositifs pouvant être interprétés comme des fours ou foyers.

Certes, à proximité de l'antique carrière de calcite, on trouve un limon argileux rougeâtre pouvant, par la cuisson, fournir des poteries de qualité moyenne, mais rien ne prouve que ce limon argileux ait été employé à cet usage.

Il est probable que l'atelier de fabrication se trouvait plutôt dans un site plus rapproché des altitudes inférieures et des bords de la rivière, fournissant eau et argile.

Le spath, exploité sur le sommet de la montagne du Chalet, pouvait être facilement transporté après avoir été mis en poudre.

Il existe d'ailleurs, à une petite distance du plateau et dans les conditions requises, un autre point fournissant de nombreuses poteries analogues à celles trouvées dans la mine, autant qu'une exploration sommaire et très superficielle a permis d'en juger. Ce gisement, encore inédit, sera fouillé ultérieurement et peut-être fournira-t-il des données complémentaires, en même temps que des relations directes entre l'exploitation de la mine de calcite et la fabrication des poteries de la région de Furfooz.

Deux silex taillés — mais pouvant évidemment n'avoir guère de signification, par le fait même de leur rareté — ont été recueillis dans les déblais de la mine antique du spath calcaire. C'est en se basant sur l'abondance de bois de Cervidés, sur la forme de certains des outils qu'ils constituent, et en s'appuyant surtout sur les caractères de certains dessins ornementaux des fragments de poteries de l'exploitation spathique, que M. le baron A. de Loë a émis l'avis que ce gisement a été utilisé par les potiers *des débuts de l'âge du fer*.

Pour ce qui concerne l'*interprétation* du gisement, il s'est absolument rallié à l'explication qu'en a proposée M. Van den Broeck, qui le considère donc comme représentant ce que l'on peut, à juste titre, appeler une « carrière préhistorique ».

M. *E. Van den Broeck* fait ensuite une série de communications orales qui peuvent se résumer comme suit et dont le texte, destiné à être complété par des observations ultérieures, sera représenté pour les *Mémoires*.

Le gîte oligocène tongrien de Grimmertingen.

Les levés géologiques que M. Van den Broeck vient de terminer sur le territoire de la planchette de Cortessem l'ont amené à faire une étude très détaillée du célèbre gîte fossilifère de Grimmertingen, qui a

fourni, on le sait, plusieurs centaines d'espèces marines constituant le type de la faune de l'Oligocène inférieur.

Divers comptes rendus d'excursions ont été publiés successivement en 1873, 1878 et 1879, dans les recueils de plusieurs de nos Sociétés savantes, mais aucune de ces relations ne fournit l'étude stratigraphique détaillée que réclame, à juste titre, ce beau gîte oligocène.

M. Van den Broeck, s'aidant de sondages et de travaux de fouille, a entrepris cet examen des coupes de Grimmertingen et se propose d'en faire connaître les résultats. Il y aurait lieu, toutefois, de procéder auparavant à certaines constatations de distinction et de distribution paléontologique au sein des niveaux se montrant en superposition stratigraphique. M. Van den Broeck fait appel aux paléontologistes que le but en vue pourrait intéresser et désire effectuer avec eux une ou deux courses pouvant faire contrôler et compléter ses observations personnelles, d'ordre surtout stratigraphique. Une excursion en petit comité pourrait être organisée dans ce but au printemps ou pendant l'été de 1902, et M. Van den Broeck s'offre à l'organiser dès que quelques demandes lui seront parvenues, et à montrer, par la même occasion, divers facies fossilifères intéressants de l'Oligocène belge.

Intéressantes découvertes pour la flore du gisement de Bernissart.

M. *E. Van den Broeck* rappelle que la flore jusqu'ici connue du gisement de Bernissart consistait essentiellement, presque uniquement, en empreintes de Fougères.

M. de Saporta, auquel ces restes avaient été soumis en 1878, avait, de l'examen de ces plantes, conclu comme suit au sujet de l'interprétation à donner au gisement de ces végétaux, compagnons de nos gigantesques Iguanodons et des autres éléments de la faune de Bernissart :

« La station où ils vivaient constituait un marécage dont le fond était occupé par une boue à limon tourbeux, dans lequel venaient s'enfouir ces débris de Fougères, amies de l'humidité, qui croissaient au bord du marécage. »

On sait que M. Dupont, qui paraît toutefois être resté actuellement à peu près seul de son avis, considère le gisement de Bernissart comme représentant une profonde vallée encaissée « dont le fond était un marais traversé par un cours d'eau ».

Il est généralement admis, au contraire, depuis quelques années,

que le gisement de Bernissart n'est autre chose qu'un « puits naturel » du terrain houiller, dans lequel s'est lentement effondrée la couche d'argile *lacustre* bernissartienne, qui y est descendue avec ses débris animaux et végétaux (1).

Depuis 1867, on connaissait, par la description qu'en a donnée M. Eug. Coemans dans les *Mémoires couronnés de l'Académie de Belgique,* une florule de facies bien différente et de nature plutôt montagneuse, rencontrée dans des dépôts d'argile du Hainaut dit « wealdiens », mais rattachés depuis à l'horizon bernissartien.

Il s'y trouvait huit espèces de Conifères, dont un Cedrus et une Cycadée, éléments essentiels de la flore du Purbeckien et de la base (jurassique également) du Wealdien inférieur, soit de l'horizon des sables de Hastings.

Dans ces dernières années, la découverte du magnifique gisement d'argile fossilifère bernissartienne de Bracquegnies a permis de reconstituer les matériaux supplémentaires d'une flore que notre collègue M. Ch. Bommer nous fera bientôt connaître dans son ensemble et dont les éléments, assez diversifiés, permettront d'enrichir de précieux documents la flore bernissartienne, dont M. Seward a récemment publié, dans le tome I des *Mémoires* du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, les Fougères provenant du gîte de Bernissart.

Les caractères, si différentiels jusqu'ici, séparant la flore de Bernissart de celle des autres gisements bernissartiens du Hainaut vont, sous peu, se fondre en se complétant en un ensemble unique, car d'intéressantes découvertes viennent de fournir à l'argile bernissartienne du gisement de Bernissart les éléments qui lui manquaient pour se rattacher étroitement aux autres gisements similaires du Hainaut.

Il y a quelques mois, en effet, M. Van den Broeck recevait de Bernissart un avis d'un de ses correspondants, l'informant que des végétaux, troncs d'arbres, etc., venaient d'être rencontrés par des galeries nouvelles, creusées dans le massif argileux à un niveau un peu supérieur toutefois à celui où ont été rencontrés les Iguanodons.

Complètement absorbé en ce moment par ses travaux de cartographie géologique, qui le retenaient au fond du Limbourg, M. Van den

(1) C'était, depuis l'origine des observations faites à Bernissart, l'avis des savants ingénieurs *F.-L. Cornet* et *G. Arnould*, compétents entre tous dans la matière.

Dans les traités classiques de MM. *A. de Lapparent* et *Ed. Suess* se trouve adoptée la même thèse rationnelle, faisant des gisement de Bernissart le remplissage d'un *puits naturel* du terrain houiller, interprétation adoptée d'ailleurs par tous les confrères belges de M. Dupont.

Broeck ne put se rendre à l'invitation qui lui était faite d'aller à Bernissart. Jugeant que puisqu'au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles se trouvent déjà réunis tous les éléments de la faune et de la flore de Bernissart, ainsi d'ailleurs que ceux de la flore de Bracquegnies, qu'étudie M. Bommer, il eût été fâcheux, dans l'intérêt de la science, de voir se disperser ailleurs ou se perdre les nouveaux matériaux annoncés, il confia alors à M. Ch. Bommer la précieuse nouvelle qui lui était parvenue et lui fit savoir qu'il le mettait volontiers à même de profiter, dans l'intérêt des collections du Musée, en même temps que de ses études personnelles sur la flore bernissartienne, des renseignements qu'il mettait ainsi à sa disposition pour en tirer tout le parti possible.

M. Van den Broeck réclamait en échange de M. Bommer la promesse de publier, dans le *Bulletin* de la Société belge de Géologie, les résultats généraux de ses études sur les éléments nouveaux de la flore de Bernissart.

M. Bommer a, sans tarder, fait des constatations fort intéressantes au sujet desquelles il avait espéré pouvoir faire ce soir une communication préliminaire à l'Assemblée.

L'état de sa santé l'en a empêché, et M. Van den Broeck regrette de devoir se borner à signaler simplement à ses collègues, de la part de M. Bommer, les résultats suivants, qui viennent heureusement compléter la flore assez pauvre jusqu'ici de cet intéressant dépôt, étudié, il est vrai, à un niveau inférieur.

Les végétaux du nouveau gîte de Bernissart rappellent beaucoup ceux qui ont été trouvés à La Louvière par Coemans, ainsi que l'aspect général de la flore de Bracquegnies.

Comme dans le gisement décrit par Coemans, on retrouve associés, à Bernissart, de nombreux Conifères avec des Cycadées. Ces dernières, d'après les premières recherches, semblent se rapporter au groupe si intéressant des Benettitées, mais le mauvais état des échantillons ne permet encore aucune affirmation à leur égard.

Les Abiétinées sont représentées par plusieurs genres, dont l'un est certainement très voisin des *Abies* actuels, type qui n'avait pas encore été trouvé dans cet horizon géologique. Les cônes appartenant au genre *Pinus* sont nombreux et l'on distingue parmi eux plusieurs types bien tranchés.

On trouve aussi des aiguilles et des jeunes rameaux se rapportant au même groupe. Les premières sont semblables à des aiguilles de Pin et forment en certains endroits une couche compacte ; elles sont très longues et s'isolent facilement. Les rameaux sont garnis, dans certains

échantillons, des bases persistantes des aiguilles et leurs caractères ne se rapportent à ceux d'aucun type connu.

Enfin, il existe aussi des Fougères en assez grande abondance, mais l'état fragmentaire des échantillons rend leur détermination fort incertaine.

Il est à peine nécessaire de faire observer que cette adjonction, à la flore de Bernissart, de types essentiellement jurassiques, spécialement purbeckiens, comme les Cycadées, constitue une confirmation de plus en faveur de l'assimilation au Jurassique supérieur, que M. Van den Broeck a été amené, par l'étude des affinités et du degré d'évolution de la faune bernisartienne, à proposer en faveur de l'argile de Bernissart (1).

M. Bommer nous fournira sans doute bientôt des détails plus précis et plus complets sur cette précieuse acquisition pour le célèbre gîte fossilifère.

LES GRÈS ERRATIQUES DU SUD DU DÉMER ET DANS LA RÉGION DE LA HERCK

NOTE COMPLÉMENTAIRE

par Ernest VAN DEN BROECK

Comme suite à ses précédentes communications de 1895 et 1900 sur les grès erratiques tertiaires, qu'il a eu l'occasion de rencontrer de nouveau au cours de ses levés géologiques sur le territoire des feuilles Tongres-Herderen et Alken-Cortessem, M. *Van den Broeck* fournit quelques détails d'où il résulte qu'au point de vue de leur nombre, de l'étendue, de leur répartition et de leurs dimensions parfois considérables, ces grès énigmatiques du Nord-Est de la Belgique méritent une étude attentive et laissent espérer des résultats fort intéressants.

Les récentes observations de l'orateur lui permettent de confirmer absolument, pour les hauteurs entourant la vallée de la Herck, ce qu'il avait annoncé dès 1895 (2) et réédité à diverses reprises depuis lors,

(1) Cette assimilation a d'ailleurs été adoptée par le Conseil de direction de la Commission géologique de Belgique et figure dans la dernière édition de la légende de la Carte géologique officielle.

(2) E. VAN DEN BROECK, *Note préliminaire sur le niveau stratigraphique et la région d'origine de certains blocs de grès quartzeux des plaines de la moyenne et de la basse Belgique.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., t. IX, 1895, *Pr.-Verb.*, 25 juin, pp. 91-99.)

notamment dans sa récente Note du 20 novembre 1900, relative à la région du Geer.

L'hypothèse ancienne d'une origine éocène landenienne pour cet ensemble de grès couvrant de leurs débris sporadiques une bonne partie du sol et des collines de la Hesbaye orientale, du Limbourg et de la province de Liége doit être *définitivement écartée*. Ces blocs proviennent en toute évidence d'un niveau sableux assez élevé dans la série tertiaire qui, s'il n'est pas le dépôt d'émersion R2d du Rupelien supérieur, c'est-à-dire recouvrant l'argile de Boom, ne peut représenter que l'Oligocène supérieur — en admettant l'hypothèse peu plausible que celui-ci ait existé en Belgique sous forme de sable marin — ou, plus vraisemblablement, le Miocène bolderien, et, à la rigueur, encore le Pliocène diestien (sous forme de la plage sableuse d'émersion de l'horizon à *Isocardia cor.*).

M. Van den Broeck n'ignore pas que c'est cette dernière hypothèse qu'adopte son estimé confrère, M. le baron van Ertborn, mais les données confirmatives et péremptoires de cette manière de voir lui paraissent faire défaut jusqu'ici.

Ce qui paraît acquis, d'après les observations de M. Van den Broeck, c'est que ces blocs gréseux, qui, partout, dans le Limbourg et les régions précitées, présentent un remarquable caractère d'uniformité lithologique, sont le vestige d'une série de bancs réguliers mais variant d'épaisseur, de manière à toujours constituer des dalles ayant, les unes tout au plus une trentaine de centimètres, les autres, plus rares, atteignant $0^m,60$ à $0^m,70$ d'épaisseur. Il y avait certainement, dans la formation démantelée dont ces blocs sont les vestiges, plusieurs bancs superposés d'épaisseurs différentes, que devaient séparer des strates sableuses.

Les nombreuses perforations, normales aux surfaces, dont se montrent couverts une grande quantité de ces grès sont, non pas des traces de racines avec bifurcations et subdivisions divergentes, comme cela s'observe souvent dans les grès éocènes landeniens par exemple, vestiges de sols continentaux boisés (1), mais des tubulures simples et continues d'annélides, indices des plages sous-marines sableuses, préludant à une émersion totale.

M. Van den Broeck a vainement cherché des fossiles dans ces grès,

(1) On sait qu'avec les grès du Landenien supérieur ou fluvio-marin de la région de Tirlemont par exemple, on trouve de nombreuses traces d'arbres silicifiés et même des souches *in situ* parfois implantées dans les grès qui les accompagnent.

mais leur absence ne l'a guère surpris, car c'est un fait général que l'on constate dans les dépôts littoraux purement sableux et essentiellement perméables, favorables par conséquent à l'élimination, par dissolution calcaire, d'organismes déjà rares par eux-mêmes dans les dépôts de ce genre. C'est ainsi que ce même cas d'absence de fossiles se retrouve dans le dépôt de plages sous-marines d'âge tongrien *Tg1b*, ou plus exactement *Tg1(bd)*, qui forme une vaste ceinture sableuse autour des parties profondes et plus argileuses fossilifères *Tg1c* du Tongrien marin typique.

Les grès tertiaires, éparpillés au sein des dépôts quaternaires du Limbourg et de la Hesbaye orientale, se présentent sous des facies divers au point de vue de la cohésion, de la dureté, des caractères et de la coloration de la surface. Mais de multiples observations ont montré à M. Van den Broeck que ce ne sont nullement là des différences originelles, mais bien des modifications et des altérations postérieures non seulement au phénomène de concrétionnement gréseux, mais encore à celui de la première mise à nu, par dénudation, des blocs ainsi différenciés. Certains de ces blocs se présentent avec l'aspect, la dureté et la résistance de véritables quartzites; d'autres sont tendres, friables et tombent pour ainsi dire en plaquettes écailleuses ou en sable à demi cohérent. Certains, enfin, montrent ces caractères divergents dans les diverses parties d'un même bloc. La coloration est d'un gris jaunâtre ou verdâtre ou blanche, très souvent aussi brunâtre et rougeâtre, du moins à la surface et sur une certaine épaisseur à partir de celle-ci. M. Van den Broeck espère pouvoir montrer ultérieurement que ce sont là des phénomènes d'altération et d'influence de conditions de gisement, ayant différemment affecté une seule et même nature de roche gréseuse homogène, dont le ciment a subi diverses transformations.

L'un des caractères les plus répandus et les plus curieux est constitué, sur un grand nombre d'échantillons de ces erratiques tertiaires, par une surface *polie* et *brillante* des plus marquées. D'après M. Van den Broeck, on serait ici en présence d'une action de *polissage éolien* analogue à celle qui est maintenant bien connue pour les régions désertiques et dont les traces s'observent aussi fort nettes sur certains silex taillés ou polis de nos dépôts quaternaires ou modernes et qui, dénudés et soumis à l'action prolongée de vents transportant du sable, ont pris cet aspect particulier qui avait fort intrigué naguère les anthropologistes et les collectionneurs de silex.

C'est peut-être pendant la mise à nu *quaternaire* de ces blocs que ces

actions éoliennes peuvent avoir exercé leur influence, qui d'ailleurs paraît réservée à certaines faces seulement des grands blocs erratiques. Ce n'est guère que dans les petits fragments, faciles à déplacer, que le caractère du polissage « éolien » semble avoir affecté d'une manière plus complète les erratiques gréseux.

Il est à remarquer, dit M. Van den Broeck en terminant, que les blocs de grès tertiaires des régions considérées n'ont nullement subi, ainsi qu'on était tenté de le croire jusqu'ici, d'actions de transport violent et à grande distance.

Un bon nombre d'entre eux paraissent avoir complètement échappé à tout phénomène de transport proprement dit, à direction déterminée, de mécanisme fluvial, torrentiel ou glaciaire. Le déplacement des blocs est la résultante, partout variable topographiquement, d'un phénomène de mise à nu et de désagrégation, d'abord sur place, de bancs gréseux étendus atteints par le processus général de dénudation de la contrée, combiné avec la descente oblique graduelle qui en est résultée le long des pentes et des surfaces du sol.

Englobés ensuite, par places, dans les phénomènes torrentiels ou d'eaux sauvages du début de l'époque quaternaire, ces blocs, sous leur action, se sont parfois un peu déplacés dans certains thalwegs quaternaires, mais souvent aussi ils sont restés intimement liés à de simples dépôts de pentes, ou bien même sont restés à peine déplacés et simplement descendus verticalement, en dessous de leur gisement primitif anéanti par la dénudation. C'est dans ce dernier mode de gisement que M. Van den Broeck avait d'abord signalé ces blocs au-dessus de l'argile rupelienne des collines du Nord-Est de Saint-Trond (1), et c'est dans les mêmes conditions encore qu'il en a retrouvé de nombreux et frappants exemples au sommet des collines rupeliennes de Cosen, de Cortenbosch et du Nord-Est de Herck-Saint-Lambert, sur le territoire de la planchette d'Alken; et de celles de Wellen, de Cortessem et des hauteurs Sud et Sud-Ouest de Diepenbeek, sur celui de la planchette de Cortessem.

D'autre part, le sillon de la vallée du Geer, à l'Est de Tongres, montre un bon nombre de ces grès qui, évidemment, ont été soumis à certaines actions de transport rapportables à la grande érosion des débuts du Quaternaire.

Il y a donc lieu de tenir compte d'une grande complexité de facteurs régionaux ou locaux ayant agi différemment sur ces blocs sporadiques,

(1) *Loc. cit.* (en 1895).

mais il est parfaitement acquis, d'après M. Van den Broeck, que la note dominante de leur origine est *la descente verticale sur place* avec glissement peu étendu et périphérique sur les pentes et collines dont les sommets constituaient naguère des témoins ou vestiges de la grande nappe primitive, sableuse, tertiaire, avec bancs de grès, qui s'étendait sur une immense surface de plaines naguère en contre-haut du niveau actuel du Nord-Est de la Belgique.

Reste à déterminer si ces grès sont oligocènes, miocènes ou pliocènes, l'âge éocène devant être définitivement écarté. C'est vers l'âge oligocène et sans doute rupelien (terme supérieur d'émersion *R2d*) que penchent les préférences, très accentuées, de M. Van den Broeck, mais il considère cette partie de la question comme ouverte et nullement comme résolue.

A la suite de cet exposé de M. Van den Broeck au sujet des grès tertiaires erratiques du Limbourg, M. le baron Oct. van Ertborn fournit quelques renseignements dont il a envoyé, pour le procès-verbal, la rédaction ci-dessous :

QUELQUES MOTS

AU SUJET DES

DIVERS NIVEAUX GRÉSEUX DU TERTIAIRE SUPÉRIEUR

DANS LE NORD DE LA BELGIQUE

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

Toutes les couches tertiaires sableuses renferment des grès; inutile de parler de ceux de l'Éocène, que tout le monde connaît. Dans l'Oligocène, ils sont beaucoup plus rares; mes sondages en ont cependant percé dans le Rupelien inférieur à Anvers, à Saint-Nicolas, à Boom (1). Ce sont des grès siliceux gris bleuâtre, très durs, à grain fin ; de grandes huîtres y sont souvent empâtées. Il est probable qu'en

(1) *Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Boom*, p. 51.

d'autres points, où le sable rupelien est presque blanc, il y a des grès de cette teinte.

Dans le Miocène, je n'ai souvenance que de deux ou trois cas où j'ai observé des grès noirâtres glauconieux.

M. P. Cogels et moi avons signalé (1) les grès grisâtres géodiques d'âge diestien supérieur dans la tranchée du chemin de fer au Nord de Hérenthals. Les grès ferrugineux avec empreintes de coquilles de Poederlé ont dû s'étendre sur une surface considérable, car leurs débris sont communs à la base du Quaternaire ancien.

Il est très probable qu'il y a eu naguère des gisements de grès gris blanchâtre d'âge diestien (facies de Casterlé) dans la région de Hérenthals, car l'église et le château de Vorselaer (2) sont construits en grès de l'espèce qui, d'après la tradition, proviennent des environs. Le fait paraît à peu près certain, car ces constructions datent d'une époque où tous moyens de transport faisaient complètement défaut en Campine, et le transport à grande distance d'une telle quantité de moellons aurait été un travail vraiment cyclopéen.

Que plus à l'Est, jusqu'à Genck, en Limbourg, des blocs de grès blancs d'âge diestien gisent à la surface, le fait n'aurait rien de surprenant, ils seraient les derniers vestiges d'une couche dénudée. Lors d'une excursion géologique au Bolderberg, on a trouvé des fragments de grès blanc avec empreintes de fossiles pliocènes (3).

Je partage entièrement l'avis de M. Van den Broeck : les dénudations ont été en beaucoup de points bien plus importantes qu'on ne le supposait.

NOTE RECTIFICATIVE.

Depuis la publication de la note sur l'*Allure générale du Crétacique*, nous avons obtenu des renseignements sur le sondage exécuté à la brasserie de M. Callebaut à Termonde. En ce point, le Landenien inférieur, le Crétacique et le Primaire ont été atteints respectivement aux cotes — 151, — 174,4 et — 202,6. O. V. E.

(1) *Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Casterlé*, p. 4.

(2) Village situé à 5 kilomètres à l'Ouest-Nord-Ouest de Hérenthals; pour le château, voir E. BRUYLANT, *La Belgique illustrée*, t. I, p. 577; on peut juger de l'importance de la construction.

(3) *Corbulomya complanata* Sow., *Glycimeris siliqua* Chemn. (SOC. ROYALE MALAC. DE BELGIQUE, t. XXV, 1890, p. 37, *Mém.*)

ANNEXE A LA SÉANCE DU 15 OCTOBRE 1901.

PRIX DE SELYS LONGCHAMPS POUR LA FAUNE BELGE.

FONDATION.

Le baron Michel-Edmond de Selys Longchamps, membre de la Classe des sciences de l'Académie, décédé à Liége, le 11 décembre 1900, avait inscrit la clause suivante dans son testament :

« Je laisse à la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique » une rente annuelle et perpétuelle de cinq cents francs, à charge de » l'employer à décerner des prix biennaux, triennaux ou quinquen- » naux à des mémoires, publiés ou à publier, concernant la faune de » Belgique. »

Cette donation a été acceptée au nom de l'Académie par arrêté royal du 18 mars 1901.

RÈGLEMENT.

La Classe des sciences décernera tous les cinq ans un prix de 2500 francs (sauf réduction motivée par la baisse du taux de l'intérêt de la rente) à l'auteur ou aux auteurs, belges ou étrangers, du meilleur ouvrage original, imprimé ou manuscrit, portant sur l'ensemble ou sur une partie de la faune belge.

La Classe est d'avis que les mots « faune belge » ne doivent pas nécessairement être entendus dans le sens de « faune actuelle ». Le prix pourra être décerné à un travail traitant d'une faune antérieure à la faune actuelle, dans le cas où aucun des mémoires ayant celle-ci pour objet ne mériterait le prix.

La première période de ce concours s'ouvrira le 1er mai 1901 et sera close le 1er mai 1906.

Pour les conditions d'admission au concours, voir le *Bulletin* duquel le présent avis est extrait.

(Extr. *Bull. de la Classe des sciences de l'Acad. roy. de Belgique,* 1901, n° 7, pp. 357-358.)

EXPLOITATIONS LIBRES

DE

MINERAIS DE FER DANS LA PROVINCE D'ANVERS

PAR

J. LIBERT
Ingénieur en chef, Directeur du 5e arrondissement des mines, à Namur.

Pendant le courant du semestre écoulé, les exploitations libres de minerais de fer des communes de Westmeerbeek, Hersselt, Westerloo et Gheel ont été visitées. Le minerai exploité est la limonite des prairies; elle constitue des dépôts d'alluvion qui doivent provenir du lavage des roches ferrugineuses de l'étage diestien. Ces dépôts se trouvent disséminés dans des dénivellations du sol, au milieu des sables tertiaires, dans le voisinage des cours d'eau. Ordinairement, ils se présentent sous forme stratifiée; leur puissance varie de $0^m,35$ à 1 mètre; on les trouve presque toujours à fleur du sol, immédiatement sous le gazon. Généralement, dans un même dépôt, le minerai se trouve sous deux états différents; la partie centrale se présente sous forme de concrétions : c'est le minerai riche et pur; il laisse voir dans sa cassure de nombreuses alvéoles remplis de petits cristaux d'oxyde de fer; la partie enveloppante est, au contraire, d'une nature argileuse et menue.

La composition chimique de ces minerais est très variable; on trouve jusqu'à 50 % de fer, au maximum 65 % de silice et 1 $^1/_2$ à 4 $^1/_2$ % d'acide phosphorique. Les minerais qui, après lavage, donnent encore plus de 15 % de silice ne peuvent plus être utilisés en métallurgie; quant à l'acide phosphorique, on n'en trouve jamais plus de 5 %; ordinairement, le minerai le plus phosphoreux est le moins riche en fer. La densité varie de 0.7 à 1.5. Le minerai en morceaux est seul utilisé dans les hauts fourneaux; la plus grande partie est exportée vers

l'Allemagne. Quant au minerai menu, il est exclusivement employé comme matière épurante dans les usines à gaz.

Les exploitations visitées appartiennent à la *Gütthofnungshütte*, à Oberhausen; à la Société de Marcinelle et Couillet; à MM. Hanssen et Cie, de Westerloo, et à M. Vanderstraten, à Kermpt. Ces exploitations occupent au total 180 ouvriers; les plus importantes sont celles de la société allemande précitée, qui occupe, pour elle seule, 103 ouvriers,

Le procédé d'exploitation est le suivant : on enlève d'abord la couche de gazon par bandes de 2 mètres de largeur sur toute la longueur du terrain loué; puis on dégage à la bêche la couche de terre que recouvre le minerai; cela fait, on enlève celui-ci à la pioche, puis on regazonne le terrain.

Les installations pour le lavage sont des plus primitives; elles comprennent un réservoir en planches où l'on amène, par un chenal, l'eau de la rivière. Ce bac porte à sa base une tôle perforée; le minerai est simplement jeté à la pelle sur le jet d'eau et trituré pendant quelques instants. Ce travail suffit pour enlever une grande partie du sable qui constitue la gangue. Tout le travail se fait à l'entreprise.

Les expéditions de tout le district visité se font par la gare de Westmeerbeek, où se trouvent de grands dépôts; le minerai y est amené par des bateaux de petit tonnage (10 à 13 tonnes).

Quant au prix de revient total, il varie de 4 francs à fr. 6,50 à la tonne, se répartissant comme suit : 2 francs à fr. 2,50 pour l'extraction, le lavage, le regazonnage du terrain; 1 franc à fr. 1,50 de redevance au propriétaire du sol et 1 franc à fr. 2,50 pour le transport à la gare.

Les renseignements qui précèdent sont extraits d'un rapport de M. l'ingénieur Viatour.

Extraits d'un rapport sur les travaux du 2e semestre 1900. (Extr. *Annales des mines de Belgique,* 1901, t. VI, 3e livr., pp. 546-547.)

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Sommaires de la « Revue de géologie pratique ». (Zeitschrift für praktische Geologie.)

FASCICULE IX, DE SEPTEMBRE 1901.

Articles originaux.

R. BECK et W. v. FIRCKS, Les gîtes cuprifères de Rebely et Wis en Serbie (pp. 321-323).

A. KLAUTZSCH, Le levé géologique de l'Espagne et du Portugal (pp. 323-327).

I.-H.-L. VOGT, Nouvelles recherches sur la formation de minerais de fer titanifères dans des roches éruptives basiques (suite et fin) (pp. 327-340).

Littérature.

A. — TITRES D'OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS. *Mentions accompagnées de résumés.*

E.-W. BENECKE, H. BÜCKING, E. SCHUMACHER et L. VON WERVEKE, Guide géologique de l'Alsace. Berlin, 1900.

M. SIMON STASSART, Les conditions de l'industrie minière dans de grandes profondeurs en Belgique. (*Bull. Soc. ind. min.*, 1900, t. XIV.)

L. VENATOR, Monographie de la mine d'or et d'argent « Rudolfi » à Boicza. Boicza, 1900.

B. — CHOIX DE TITRES PARMI LES INDICATIONS D'OUVRAGES ET DE MÉMOIRES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

A. DE DORLODOT, Compte rendu des excursions sur les deux flancs de la crête du Condroz. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, 1900, t. XIV.)

v. Halle, La distribution de l'industrie d'après les zones des climats. (*Verhandl. f. intern. Geogr.-Congr.*, Berlin, 1899.)

G. Hyvert, Atlas des richesses minérales de l'Europe. Carcassonne, 1901.

L. Kann, Nouvelle théorie de la formation de la houille et la solution de l'énigme de Mars. Heidelberg, 1901.

I.-F. Kemp, Le rôle des roches ignées dans la formation des veines. (*Transact. Amer. Inst. Min. Eng.*, 1901.)

R.-Ch. Keyes, Formation de minerais d'après l'hypothèse de la concentration par décomposition superficielle.

Th. Liebisch, La synthèse des minerais et des roches. Discours inaugural. Göttingen, 1901.

A. Penck, Sur la confection d'une carte terrestre au millionième. (*Verhandl. f. intern. Geogr.-Congr.*, Berlin, 1899.)

A. Pirard, Note sur la partie Nord du bassin minier lorrain-luxembourgeois. (*Revue univers. des mines*, 1901, t. LV.)

T.-A. Rickard, La formation de « bonanzas » dans la région supérieure de veines aurifères. (*Transact. Amer. Inst. Min. Eng.*, 1901.)

Thoulet, Carte lithologique sous-marine des côtes de France. Paris, 1901.

I.-H.-L. Vogt, Problèmes de la géologie des gîtes métallifères. (*Amer. Inst. Min. Eng.*, 1901.) C. Kl.

F. D. Longe. — **La formation du silex dans la craie.** (*Trans. Norfolk and Norwich Naturalists Soc.*, 1900-1901, vol. VII, part 2.)

L'auteur rappelle l'opinion du professeur Sollas, qui attribue la formation du silex de la craie à l'agrégation de la silice provenant de la couche blanche qui entoure les nodules, alors qu'ils se trouvent encore dans la couche de craie. Dans la carrière de Whitlingham, il trouve des petits nodules qui paraissent constitués par de la craie, mais qui présentent à leur centre une petite masse de silex. Il traite la couche blanche de la périphérie par l'acide chlorhydrique d'abord, et l'on obtient ainsi une effervescence très marquée surtout à la surface, mais cette réaction, indiquant la présence du calcaire, va en diminuant vers l'intérieur. Lorsqu'on applique de l'acide *fluorhydrique* vers le centre, on obtient par contre une effervescence marquée, et si l'on pratique la réaction dans un tube, on obtient le même effet que pour la combinaison de la silice et de l'acide fluorhydrique. On peut donc conclure de cette expérience que malgré que le centre et la périphérie présentent

la même couleur blanche, les parties situées vers le centre sont constituées par de la silice, tandis que les couches externes ne sont que de la craie. L'auteur admet que la poudre blanche de silice qui entoure le noyau de silex est constituée par de la silice à l'état granuleux, qui passe graduellement à l'état vitreux du centre. Ce dernier ne provient donc pas directement de la silice en solution. Quant à l'origine de la silice granuleuse dans la craie, on est généralement d'accord pour admettre qu'elle provient de la silice en solution dans l'eau des mers crétacées et provenant des éponges qui habitaient le fond de celles-ci. L'auteur se demande quelle est la cause qui produit l'agrégation de la silice granuleuse au sein de la craie. Il rappelle les couches zonaires concentriques qu'on observe dans beaucoup de silex, formant ainsi des noyaux à l'intérieur desquels on trouve parfois des corps étrangers, qui conservent leur composition chimique primitive.

Les nodules de silex des carrières du Norfolk peuvent se ranger en trois catégories : 1° les plus grands, de forme tuberculeuse, qui se rencontrent en couches horizontales, distantes de 2 à 3 mètres. Leur enveloppe blanche est très mince; 2° les silex plus petits, présentant la forme et le volume d'un œuf plus ou moins allongé; on les rencontre disséminés sans ordre entre les couches de la première catégorie; 3° plus rarement on rencontre les gros « *pot stones* » ou « *paramoudras* ». Ces silex sont constitués par de la silice pure, noirâtre et présentent des cavités tubulaires remplies de matières crétacées, analogues à celles qui entourent les petites nodules. Ils paraissent s'être formés dans les tubulures plus ou moins verticales par lesquelles se faisait le drainage de la craie, et où pouvait, de cette façon, s'accumuler une plus grande quantité de silice. V. d. W.

Ch. W. Andrews. — **Notes préliminaires sur la découverte de Vertébrés fossiles en Égypte.** (*Brit. Mus.*) (*The Geolog. Magaz.*, Sept. 1901, Dec. IV, vol. VIII, New series, n° 447.)

L'auteur a visité, avec M. Beadwell, du Service géologique égyptien, le Fayum, district qui se trouve dans le désert sur la rive gauche du Nil, et les deux savants y ont fait des découvertes paléontologiques de la plus grande importance pour l'histoire de l'évolution et de l'ordre des Proboscidiens. On sait que les Mastodontes avaient été constatés d'abord dans le Miocène moyen et qu'on n'était pas parvenu jusqu'ici

à les rattacher à des types plus généralisés. La découverte des deux savants anglais vient jeter quelque lumière sur ce problème. Dans des couches paraissant dater de l'Oligocène inférieur, on a trouvé la branche gauche du maxillaire inférieur d'un animal (*Palæomastodon*) qui ressemble au Mastodonte, mais de taille plus petite. Il diffère de celui-ci en ce que la troisième molaire est plus simple et qu'il présente trois prémolaires et trois molaires. On a trouvé en outre, dans un horizon inférieur appartenant probablement à l'Éocène supérieur tout au plus, un Proboscidien primitif (*Mœritherium*) avec une série presque complète de dents incisives et molaires et qui représente le type ongulé à l'état généralisé. On trouve la preuve que l'animal en question constitue un ancêtre des Mastodontes, dans la présence d'une paire d'incisives très développées dans chaque mâchoire et dans le faible développement des canines supérieures; on a constaté, en outre, six molaires de chaque côté des deux mâchoires. Enfin, on a trouvé, en outre, dans les couches éocènes, les restes d'un animal que M. Andrews propose d'appeler *Barytherium*, et qui ressemble sous beaucoup de rapports à l'Ongulé fossile, *Dinotherium*, mais qui peut aussi se rattacher aux Amblypodes de l'Amérique du Nord.

Cette intéressante trouvaille paléontologique nous permet d'espérer que les couches tertiaires du désert Lybien nous réservent encore beaucoup de découvertes intéressantes pour l'histoire de l'évolution des Mammifères.

Jusqu'ici, l'auteur a trouvé des restes de Mammifères dans l'Éocène supérieur, l'Oligocène inférieur, le Miocène inférieur et le Pliocène inférieur, parmi lesquels l'*Eotherium egyptiacum*, un Sirénien, un Zeuglodon, en outre de quelques restes de Crocodiliens, d'Ophidiens et de Chéloniens.

D'un autre côté, il y a lieu de constater que la faune diffère complètement de celle des couches du même âge en Europe, et l'auteur suppose qu'elle témoigne de l'existence, à l'époque tertiaire, d'un continent étendu resté isolé pendant longtemps. En tout cas, la faune tertiaire découverte dans le désert Lybique paraît remonter à l'origine de la faune paléarctique actuelle. V. D. W.

La période glaciaire récente en Australie.

(*Verh. d. Gesellsch. f. Erdkünde, 2, Berlin*, 1901, n° 7, Bd XXVIII, p. 368.)

Le géologue australien, Edyworth David, a récemment étudié, au point de vue glaciaire, le mont Koseiusko, la plus haute montagne de l'Océanie. Il a découvert à son sommet des indices irrécusables d'une glaciation récente qui correspond avec celles de la Nouvelle-Zélande, de la Tasmanie, des îles Kerguelen et de l'Amérique du Sud. Il a constaté la présence de moraines, de blocs erratiques et de roches moutonnées et striées. La montagne a actuellement une hauteur de 7,328 pieds (2,410 mètres), et il est probable que le glacier descendait jusque 5,000 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Les rivières de la région n'ont pas encore eu le temps de creuser profondément les dépôts glaciaires, ce qui démontre que la fin de la période glaciaire remonte à une époque géologique très récente.

V. d. W.

Siemeradzki J. — **Observations géologiques faites pendant un voyage dans le Sud du Brésil.** (*Bericht d. math.-nat. Klasse der k. k. Ak. d. Wiss.*, 1898, SS. 23-39, I Tafel. Geol. Centralblatt, n° 15, août 1901.)

La région étudiée par l'auteur est constituée par une bande côtière formée par des roches archéennes plissées et par un plateau, situé vers l'intérieur et composé par des dépôts assez régulièrement stratifiés, mais affectés par des soulèvements qui ont donné lieu à des complications géologiques et orographiques très marquées.

La série des couches sédimentaires qui repose sur les roches cristallines est constituée par des grès devoniens, des schistes et grès carbonifères, avec quelques dépôts calcaires; en outre, des grès rouges mésozoïques (triasiques?), des conglomérats et des schistes, en rapport avec des dépôts volcaniques considérables (trapps). Il y a lieu de signaler surtout le système carbonifère, qui se distingue par son analogie marquée avec le Carbonifère de l'Australie. On observe d'abord la flore du Culm, caractérisée par les Lepidodendrons; au milieu, une couche intermédiaire de calcaire marin, et au sommet une couche présentant à l'état pur la flore à Glossopteris. Enfin, ce qui frappe surtout, c'est le développement considérable des couches de Gondwana; les deux formations de calcaire carbonifère correspondent avec celles de Moscou.

Parmi les fossiles décrits du Devonien se trouvent : *Spirifer antarcticus*, Morr. et Sh. *Lingula sp. Orbiculoidea cf. humilis* Hall. *Rhynchonella sp. Tentaculites sp.* Dans le Carbonifère, on a rencontré *Productus sp.* et *Spirifer post-striatus* Nik. V. D. W.

BOEHM. — **Reisenotizen aus Ost-Asien.**
(*Z. d. D. geol. Ges.*, Bd LII, SS. 554-558.)

L'auteur a étudié les collections paléontologiques de Manille et de Bangkok. Les fossiles fournis par les contrées de l'Indo-Chine et de l'archipel Malais indiquent l'existence d'une mer jurassique correspondant à l'époque du Jurassique moyen dans l'Europe centrale, et démontrent que l'hypothèse de Neumayer, qui admettait un continent jurassique sino-australien, n'est pas fondée. V. D. W.

Rapport sur les levés géologiques du service Géologique de Prusse pendant l'année 1898. (Résumé dans *Geolog. Centralblatt*, 1er août 1901, Bd I, n° 15.)

M. H. Grebe traite de la contrée autour de Saint-Vith et Malmédy, qui a déjà été étudiée par Gosselet.

Il passe en revue le Cambrien avec ses deux sous-divisions, le Devillo-Revinien et le Salmien, puis le Devonien inférieur, représenté par les formations gedinniennes, le Quartzite du Taunus, les schistes du Hundsrück et les couches coblenziennes inférieures. Dans les arkoses des couches gedinniennes inférieures, E. Kayser a constaté une faune peu abondante dans le voisinage d'Arimont, près de Gdoumont, où Dewalque a trouvé autrefois des fossiles. M. Kayser signale surtout *Rensselaeria strigiceps* F. Roem. Parmi les autres dépôts devoniens, les couches coblenziennes inférieures seules ont fourni dans trois localités différentes des restes d'animaux fossiles.

Le Tertiaire est représenté, sur les hauteurs de Saint-Vith et de Malmédy, par des dépôts d'argile, de limon, de sable et de blocs de quartz roulés. Près de Chodes, on rencontre des conglomérats de calcédoine et de silex qui renferment des Échinides. V. D. W.

Notes sur la Géologie et la Paléontologie de la Patagonie. (*Scot. N. B. Rep. British Ass.*, 1900, p. 730.)

La plus ancienne formation sédimentaire qu'on y rencontre remonte au Crétacé; elle renferme des Ammonites de l'âge du Gault et correspond aux couches d'Uitenhagen de l'Afrique du Sud. Les tertiaires marins du détroit de Magellan remontent à l'Éocène ou à l'Oligocène, on les appelle les « couches Magellaniques »; elles sont recouvertes par la formation Patagonienne fossilifère (Miocène), ressemblant au Miocène de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande. Les couches d'eau douce et terrestres de Santa-Cruz renferment une nombreuse faune de Mammifères, composée surtout de Marsupiaux carnivores. Les couches de Santa-Cruz sont recouvertes en discordance par une formation marine, qui a été désignée du nom de « couches du cap Fairweather » (Pliocène). V. D. W.

Profils géologiques transversaux de la Cordillère argentino-chilienne. — Stratigraphie et tectonique. (*Anales del Museo de la Plata*, 1900. Extrait du GEOLOGISCHES CENTRALBLATT, 1er septembre 1901, Bd I, n° 19.)

MM. L. Wehrli et K. Burckhardt furent chargés, en 1897, pour le service du Museum de la Plata, de la direction d'une expédition consacrée à l'étude géologique des Andes. Le premier volume du rapport relatif à cette mission vient de paraître. Nous en résumons le chapitre qui traite des considérations générales sur la tectonique de la Cordillère des Andes.

Cette crête constitue, d'après les profils étudiés, le type d'une chaîne de plissements; elle est constituée par des plis au nombre de dix en moyenne, quinze au maximum, simples, rarement couchés ou recouvrant les plis voisins. On ne constate pas de glissements ni de failles horizontales. Sur la ligne médiane du profil, un groupe de trois plis s'incline vers le Nord, ceux-ci font penser à la possibilité d'un plissement transversal. Le profil de la chaîne est asymétrique. Le synclinal crétacé du versant Est ne se rencontre pas du côté opposé; en marchant vers l'Ouest, on rencontre ensuite des plis jurassiques (non serrés), puis les plis jurassiques du centre, très comprimés, avec des centres volcaniques andésitiques; puis, à l'Occident, la zone andésitique, avec

des conglomérats jurassiques et dioritiques, et enfin le bord occidental, constitué par des roches volcaniques récentes.

Les chiffres suivants indiquent le degré de plissement. La distance qui sépare les points Canada-Colorado-Curico est de 140 kilomètres, mais si l'on se représente les plis comme aplatis, elle serait de 175 kilomètres. Le rapprochement absolu, qui est de 35 kilomètres, équivaut à un rapprochement relatif de quatre cinquièmes. Celui des Alpes est d'un demi, celui du Jura de sept douzièmes à trois quarts. La moyenne de rapprochement par plis est de $2^{km},7$ (Alpes, $4^{km}76$; Jura $1^{km},3$ jusque $2^{km},7$.)

Les Andes, aussi bien que les Alpes, sont donc des plissements de montagne, asymétriques. Le bord oriental des Andes avec son bassin allongé de sédiments crétacés correspond au versant Nord des Alpes, la bordure volcanique à l'Occident correspond avec le versant Sud des Alpes. On pourrait donc considérer la Pampa patagonique comme le « Vorland »; par contre, l'océan Pacifique, qui répond à la plaine du Pô, serait le Rückland. Suess, dans *Antlitz der Erde*, considère le Brésil comme le Rückland placé à l'intérieur de l'arc des Andes, et le Pacifique comme occupant l'emplacement du Vorland, qui aurait sombré. Du reste, si l'on considère l'ensemble de la ligne des Andes, on y constate plusieurs courbes qui présentent un disposition opposée, et il est difficile de déterminer celle qu'il faut regarder comme normale à la direction de la poussée de plissement.

C'est au manque d'accentuation du plissement qu'il faut attribuer la simplicité des plis dans toute l'étendue de profil, l'absence d'un véritable massif central (la protogine ne se rencontre qu'à Valle Rabones) et la constitution des plis, qui ne descendent presque jamais au-dessous du Jurassique, le Trias et le Paléozoïque ne remontant pas jusqu'au niveau actuel des vallées. C'est ici qu'il faut chercher la différence entre les Andes et les Alpes, tout en tenant compte également de l'activité volcanique plus grande dans les premières. Celles-ci se rapprochent plutôt du Jura, abstraction faite des proportions plus considérables du plissement et de la présence de diorites (récentes) et de laves volcaniques récentes.

Dans la partie qu'ils ont étudiée, MM. Wehrli et Burckhardt n'ont pu trouver d'indications pour déterminer l'âge du plissement. En tout cas, on peut le considérer comme post-crétacique, car dans le synclinal de Malargue, on constate un plissement concordant du Danien.

V. D. W.

A.-G. Nathorst. — **Géologie du Groenland nord-oriental.** (*Bidrag till nordöstra Grönlands geologie i Stockholms Förhandl.*, n° 207, XXIII, 4, 1901. La Géographie, 14 juillet, IV, n° 7, 1901.)

D'après le savant chef de l'expédition suédoise de 1899, toute la région constituée par des formations sédimentaires et éruptives serait une fosse d'effondrement comprise entre le massif archéen de l'intérieur et celui du même âge qui apparaît sur la *côte de Liverpool*, qu'il considère comme un horst. La direction des plis est, en général, parallèle à celle de la ligne de la côte, et, suivant une autre ligne, également parallèle aux précédentes, les roches éruptives, récentes, sont venues au jour.

Dans son ensemble, le Groenland doit être considéré comme un horst, sur lequel les formations sédimentaires ont eu jadis une extension plus grande qu'aujourd'hui. De ces formations, il n'en existe plus que dans les régions affaissées et dans les petites fosses d'effondrement voisines de la côte, ou sous les roches éruptives, qui, par suite d'affaissements, sont venues au jour. En général, dans la zone explorée par les Suédois en 1899, les dislocations coupent les fjords; toutefois, près du Teufelschloss, fjord François-Joseph, on en a observé de parallèles à la direction de ces goulets. Il est à noter que la direction des fjords François-Joseph, Kempe et Segelsällscapet (Société de Navigation à voile) est presque perpendiculaire à celle des plis des différents systèmes géologiques, qui constituent la région.

Sur les bords de tous les fjords visités par les Suédois apparaissent des terrasses. La plus haute qui ait été mesurée atteint 71 mètres. Des coquilles ont été rencontrées jusqu'à 51 mètres (*Mya truncata, Saxicava arctica, Cardium groenlandicum, C. ciliatum, Astarte arctica).* Enfin, à des altitudes de 25 mètres et de 10 mètres, les naturalistes suédois ont recueilli des *Mytilus edulis* fossiles. Aujourd'hui, ce mollusque ne dépasse pas le 66° de latitude Nord; il ne peut vivre dans les fjords, encombrés d'icebergs. Au Spitzberg, on a également trouvé cette coquille à l'état subfossile. La découverte de ces *Mytilacées* sur la côte Nord orientale du Groenland est une nouvelle preuve d'un réchauffement sensible du climat pendant les temps post-glaciaires.

V. d. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Les fleuves sous-marins.

Sous ce titre, l'Institut géographique de Bruxelles, dirigé par l'éminent géographe Élisée Reclus, a publié récemment la traduction d'un travail de M. H. Benest, paru dans le *Geographical Journal* d'octobre 1899. Par « fleuves sous-marins », l'auteur entend les épanchements d'eaux douces que l'on a remarqués dans ces derniers temps au-dessous du niveau de la mer

M Benest a eu pour but, en écrivant son article, d'attirer l'attention sur un phénomène que l'on connait peu, bien qu'il doive contribuer singulièrement à modifier le fond de la mer en différentes parties des versants continentaux.

On a cherché à s'expliquer de différentes manières les ruptures fréquentes des câbles sous-marins, mais certains de ces accidents ont montré qu'en dehors de l'usure, de la friction, des chocs, il existe encore d'autres dangers cachés menaçant les fils télégraphiques qui reposent sur le lit de la mer. A ce point de vue, les ruptures ont rendu de grands services à la science, en attirant l'attention des géographes sur l'étude des bas-fonds océaniques et des forces inconnues qui, par leur constante activité, changent le fond marin.

A des points très éloignés les uns des autres, les savants qui étudient les bas-fonds de l'Océan et en sondent les profondeurs, ont trouvé de puissantes forces qui détruisent lentement, mais sûrement, tout ce que le génie et le travail humains ont accompli à force d'énergie et de persévérance. Ainsi, le travail préparatoire de la pose d'un câble a pu être aussi complet que possible, les sondages aussi exacts que le permettent les appareils, et cependant les ruptures ont lieu parfois quelques mois après la pose, à des profondeurs jusqu'alors considérées comme hors de toute chance d'accident, et sur des fonds vaseux, généralement très favorables à la conservation des câbles. Ce fut dans ces excellentes conditions que l'on plaça le cable de la Compagnie Sud-Américaine, entre le cap Vert et le Brésil, et trois mois après, on constata une rupture à la profondeur d'à peu près 2,200 mètres. En 1895, deux ans et deux mois plus tard, une nouvelle rupture se déclara à 37 kilomètres de la première, cette fois à la profondeur de 2,875 mètres. L'auteur du mémoire que nous analysons, M. Benest, fut chargé chaque fois de rétablir les communications.

Or, ayant aidé à la fabrication du câble à Silvertown (1), puis à sa pose entre Brésil et la côte africaine, il avait tout intérêt à étudier les causes de rupture, que l'on croit d'ordinaire occasionnée par la vétusté et l'usure du câble.

(1) Usine située dans le voisinage de Londres, dans West Ham, comté d'Essex.

Un grand nombre de sondages, effectués au courant des travaux qui furent exécutés pour rechercher ces causes, fournirent à l'auteur d'importantes données sur la curieuse formation du fond au large du cap Vert, et il en a conclu que l'affluent sous-marin d'une rivière souterraine doit se trouver en cet endroit plus près de la côte que la ligne du câble américain. Quoique la délimitation n'en soit pas très nette à la profondeur de 1,392 mètres, on reconnaît cependant ce débouché Au Nord et au Sud de l'endroit le plus creux, c'est-à-dire à 30 kilomètres environ au Nord de l'atterrissage de la baie du Yof, les profondeurs respectives montrent bien ce phénomène. Près de l'ouverture du goulet, à la profondeur de 1,234 mètres, les côtes sous-marines sont : au Nord, à 716 mètres; au Sud, à 369 mètres; l'endroit le plus creux ayant 1,392 mètres.

Deux coupes du fond furent relevées pendant les réparations que l'on fit, en 1897, à un câble côtier reliant la ville de Saint-Louis avec la baie de Yof; ce câble était resté pendant treize années en travers du lit fluvial, profond de 1,392 mètres, sans avoir subi la moindre avarie. Durant les travaux de réparation, entrepris en 1895, le câble américain fut déplacé et reporté plus à l'Est, suivant une direction parallèle à celle du câble côtier de Saint-Louis; il est probable que maintenant les deux câbles reposent sur un rebord rocheux surplombant le cours de la rivière sous-marine dont M. Benest suppose l'existence à cet endroit, de sorte que les alluvions apportées par le courant fluvial s'écoulent au large dans le lit profond sans rencontrer les câbles sur leur route.

Les cartes de l'Amirauté anglaise et celles du Dépôt général de la marine française s'accordent, dans leur tracé, pour justifier cette hypothèse. Une rivière, traversée vers sa source par le chemin de fer de Saint-Louis à Dakar, se déverse dans les lagunes de Yof pendant la saison des pluies, pour disparaître en été dans le sable avant d'atteindre le voisinage de la côte; mais l'eau est là et la rivière existe derrière les lagunes voisines du goulet sous-marin. Ces faits portent à croire qu'il y avait autrefois un cours d'eau à embouchure superficielle, qui s'est maintenant creusé une communication invisible avec la mer par la voie des lagunes.

Un phénomène remarquable, qui témoigne aussi en faveur de cette hypothèse a été constaté dans l'après-midi du 23 avril 1895 sous la latitude 15° N. et la longitude 17°31'W., à 24 kilomètres de la côte. Pendant les sondages faits pour saisir le câble, le vaisseau se trouva graduellement entouré d'une quantité de produits végétaux ressemblant à des herbes aquatiques. On y remarquait aussi des plumes d'oiseaux, des peaux d'oranges, des calebasses, des morceaux de tapis, du bois, des branches, et la mer avait une nuance brun verdâtre. Le lendemain, elle avait repris sa couleur habituelle et tous ces débris avaient disparu; or, le fleuve le plus rapproché est le Sénégal, dont l'embouchure se trouve à 140 kilomètres environ vers le Nord-Est, et il semble peu probable que des débris divers, entre autres des fragments de tapis, aient pu être ransportés à une aussi grande distance autrement que par un courant caché.

Ce phénomène ne se reproduisit plus pendant les quatre semaines de séjour que fit l'expédition dans ces parages pour réparer le câble, et autant qu'on a pu s'en rendre compte, il n'avait jamais été observé précédemment. Si les débris avaient été amenés par un cours d'eau ordinaire, ce fait serait constant, ainsi que la coloration de l'eau, qui semblait plutôt due à l'épanchement subit d'une rivière sous-marine.

En d'autres parties de la Terre, le relief du fond océanique nous prouve qu'il existe aussi des rivières d'origine souterraine qui se rendent à la mer et dont le cours est maintenant indiqué par des goulets sous-marins. Les changements graduels, produits pendant les siècles qui nous ont précédés, ont détourné les rivières de leurs anciens lits de surface, pour faire prendre un cours sous-marin, et leurs eaux, s'échappant à de grandes distances au-dessous de l'ancien cours, causent des changements considé-

rables à d'énormes profondeurs. Ces perturbations proviennent surtout du recouvrement, par la vase et les déblais, des anciens chenaux, entre le rivage et l'accore continentale qui forme le piédestal des terres, à l'altitude moyenne de 200 mètres.

On peut citer d'autres exemples probables que ceux du cap Vert. Au large du fleuve Rovuma, sur la côte orientale de l'Afrique, des faits de même nature ont été observés au cours de réparations très laborieuses faites au câble sous-marin qui relie Mozambique et Zanzibar. Il se rompit en des conditions telles qu'on ne mit pas en doute l'action d'un courant d'eau douce qui, en bouleversant le fond, avait endommagé le câble.

On peut constater, au Nord de la cité péruvienne d'Arica, un autre exemple très remarquable de fleuve sous-marin. Le lit apparent de la rivière se compose de sable sec et mobile, mais, à une profondeur de 5 mètres, on trouve une couche de sable plus ferme, dans lequel s'infiltre graduellement un courant d'eau douce. A l'intérieur des terres, ce courant souterrain était un fleuve puissant : on le voit disparaître peu à peu dans la région sablonneuse du littoral, où il ne pleut jamais ; il fuit invisiblement vers la mer.

C'est donc indirectement, par les réparations aux câbles sous-marins, que l'on a acquis des connaissances précises sur certains phénomènes qui se produisent au fond de l'Océan. (*Ciel* et *Terre*, nº du 1er août 1901.)

C. Malaise. — Découverte du Llandeilo dans le massif silurien du Brabant.

M. Malaise a trouvé, dans la partie supérieure de l'assise de Villers-la-Ville, par conséquent à un niveau inférieur à l'assise de Gembloux, de petits Ostracodes, qu'il ne peut différencier d'échantillons de *Primitia* (*Beyrichia*) *simplex*, Jones, recueillis par M. D.-P. Oehlert, au Sud d'Andouillé (Mayenne).

Cette espèce du Llandeilo se trouve, dans la Mayenne, en compagnie de *Calymene Tristani* et d'autres espèces que l'on rencontre dans l'Arenig et le Llandeilo. C'est à ce dernier niveau que M. D.-P. Oehlert paraît vouloir attribuer les couches qui les contiennent. M. Ch. Barrois a également recueilli ce *Primitia*, en Bretagne, dans des couches rapportées par lui au Llandeilo.

M. Malaise adopte également cette opinion pour le gisement belge, et il annonce qu'il fera de nouvelles recherches à Rigenée (Marbais), où il a rencontré *Primitia* (*Beyrichia*) *simplex* dans des schistes quartzeux, gris noirâtre.

Il en a également observé, dans une position identique, à Hasquimpont (Ittre).

(Extr. *Ann. Soc. Géolog. de Belgique*, t. XXVIII, 3e livr., 31 août 1901, p. 281.)

Photographie de l'intérieur des sondages.

On lit dans le journal *Naphta*, que M. *H. Loran* a découvert une méthode de prendre des photographies de l'intérieur d'un trou de sonde, et il vient de la décrire à l'assemblée de l'Association technique de Bakou. L'appareil se compose de trois parties : d'un tube contenant du carbure de calcium, d'une boîte pour recevoir l'appareil photographique et d'une cloche. L'appareil est descendu au moyen d'une corde au fond du trou rempli d'eau ou d'huile minérale brute, puis, à l'aide d'un courant électrique, on met l'eau en contact avec le carbure de calcium qui se trouve dans le tube. Le gaz d'acétylène qui se dégage avec rapidité du carbure refoule l'eau ou

l'huile minérale en dessous de la cloche, et une ampoule électrique, située en haut de cette dernière, éclaire le fond du trou de sonde pendant l'opération photographique. La nouvelle invention est de la plus haute importance, car des photographies obtenues, on peut déterminer avec précision la nature et la position des objets qui ont pénétré dans les parois ou le fond du sondage et les retirer. Les techniciens pétroliers présents reconnurent avec enthousiasme la haute portée pratique de l'invention.

(Extrait de *L'Écho des Mines et de la Métallurgie*, 28e année, 31 octobre 1901, p. 1366.)

J. Thoulet. — La constitution du sol des grands fonds océaniques (1).

Contrairement à l'hypothèse, si souvent formulée, d'une disparition du calcaire à partir d'une certaine profondeur, M. Thoulet vient de constater sa présence dans des échantillons de grands fonds océaniques.

L'analyse de soixante échantillons entre 690 et 5530 mètres par S. A. S. le prince de Monaco, pendant ses campagnes océanographiques autour des Açores et dans la partie de l'Atlantique comprise entre ces îles, le cap Finistère, la France, l'Espagne et le Portugal, le Maroc et Madère, a permis au savant professeur de l'Université de Nancy de dégager les lois suivantes de distribution des sédiments dans les limites de généralisations résultant des échantillons analysés.

« Dans les petits fonds inférieurs à 100 mètres de l'Iroise, le gravier existe à peu près partout, les grains de sable de diverses grosseurs sont très irrégulièrement distribués et la vase est extrêmement rare. Les sables fins et très fins sont les plus abondants. Dans les grands fonds, il n'y a pas de graviers; les sables gros, moyens et fins sont abondants, les très fins plus abondants, et la vase prédomine. Nulle part on ne constate de relation entre la proportion des grains ou de la vase et de la profondeur.

» Les grains minéraux non calcaires, gros, moyens et fins provenant des continents s'éloignent peu des rivages. A l'état de grains très fins et surtout de fins-fins, c'est-à-dire d'un diamètre au-dessous de $0^{mm},1$, ils sont distribués uniformément sur le lit océanique tout entier. L'abrasion mécanique par l'action des vagues s'effectue le long des côtes, où la mer est peu profonde, et les fines parcelles qui en résultent sont immédiatement enlevées et emportées au loin.

» La teneur en calcaire décroît à mesure que le sable augmente de finesse dans les petits fonds. Dans les grands fonds, elle est à peu près uniforme dans les sables, gros, moyens et fins; elle diminue ensuite dans les très fins et est minimum dans la vase. Mais plus la vase est profonde, plus elle est riche en calcaire.

» En s'en tenant aux échantillons analysés, la proportion totale de calcaire croît avec la profondeur; il est probable que cette augmentation n'est qu'apparente et que la répartition du calcaire tient à d'autres causes. »

D'après M. Thoulet, ce calcaire est d'origine non point détritique, mais chimique et surtout organique

(Résumé par Ch. Rabot, dans le *Mouvement géographique de* La Géographie, année 1901, n° 5 du 15 mai, page 440.)

(1) *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. CXXXII, n° 5, février 1901

SÉANCE MENSUELLE DU 19 NOVEMBRE 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 35.

En ouvrant la séance, M. le *Président* se fait un plaisir d'informer ses confrères de la promotion de nos confrères MM. les ingénieurs *Dejardin* et *Flamache* au rang d'officier de l'Ordre de Léopold. (*Applaudissements.*)

Correspondance :

M. *Lagrange* annonce l'arrivée de l'appareil grisouto-sismique destiné à l'installation de Quenast, et fait part des démarches qu'il a faites, avec M. Van den Broeck, en vue de la construction d'un abri pour cet instrument.

De son côté, M. *Urban* s'est mis à la disposition de nos collègues pour la construction du dit abri.

M. *E. Sauvage*, directeur du Musée municipal de Boulogne-sur-Mer, a renvoyé le manuscrit, mis au point, de feu M. *Storms* sur un *Carcharodon du Bruxellien*. Sur la proposition de M. le *Président*, l'Assemblée vote de vifs remercîments à M. *Sauvage* pour sa précieuse collaboration à un travail qui, sans lui, était appelé à rester inconnu.

M. *Le Couppey de la Forest* demande la rectification d'une erreur commise, en ce qui concerne ses titres et qualité, lors de son admission en qualité de membre effectif. Au lieu de : *ingénieur agricole, inspecteur général du Service d'assainissement et de salubrité de l'habitation*, il faut lire : *ingénieur agronome, secrétaire de la Commission d'études des eaux de la ville de Paris.*

M. *Renard*, indisposé et s'excusant de ne pouvoir assister à la séance, annonce pour une prochaine réunion, probablement celle de décembre, une notice biographique sur feu notre ancien collègue, M. *Dewindt.*

M. *Günther* remercie pour sa nomination en qualité de membre de la Section permanente d'étude du grisou.

M. *Klement* signale que l'on a mis par erreur, au bas de deux résumés bibliographiques faits par lui (1), les initiales de l'un de ses confrères. Il sera tenu compte de cette légitime rectification dans l'*Errata* du volume.

M. *Engerrand* se met gracieusement à la disposition de la Société pour l'analyse d'ouvrages géologiques et paléontologiques rédigés en italien, en espagnol, en roumain et en portugais.

M. le *Président* remercie M. *Engerrand* de son heureuse initiative, dont les résultats seront profitables à tous.

La *Société royale belge de Géographie* a envoyé au Bureau une invitation à la séance solennelle qui a eu lieu le 25 octobre écoulé à l'occasion du XXVe anniversaire de la fondation de la Société.

M. le *Président* et M. le *Secrétaire général*, absents et empêchés, ont exprimé leurs regrets de ne pouvoir prendre part à cette réunion et ont adressé à la dite Société, au nom de tous leurs collègues, leurs plus sincères félicitations pour cette belle manifestation scientifique.

M. *Hoefer*, de l'Académie de Leoben, a envoyé une longue lettre, en allemand, en réponse à une demande de renseignements complémentaires qui lui avait été adressée au sujet de certains faits qu'il avait exposés à l'occasion de l'étude scientifique du boulant.

Plusieurs points de cette lettre paraissant controversés, il est décidé, sur la proposition de M. le *Secrétaire général*, d'envoyer, avant la prochaine séance spéciale à consacrer à la dite étude, une *épreuve* du texte de cette lettre à chacun des membres de la Section qui s'occupe particulièrement de cet objet, avec prière de réponses ou de commentaires.

Enfin, l'Assemblée décide de mettre à l'ordre du jour d'une des prochaines séances de 1902, le projet de M. *Oehlert*, relatif à la réédition sur fiches des types d'espèces décrites par les auteurs anciens. La *Société royale malacologique de Belgique*, qui a été également saisie de cette question, a été invitée à faire parvenir au Bureau le résultat de ses observations, de manière à centraliser celles-ci dans la réponse à faire à ce projet.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le Bureau le fascicule V du *Bulletin* de 1901 contenant les procès-verbaux des séances des 18, 21 et 25 juin, 2 et 16 juillet écoulés. (Adopté.)

(1) Bulletin bibliographique de la séance du 16 juillet 1901. Résumés des travaux de VAN HIZE, *Quelques lois régissant la formation des gîtes métallifères* (pp. 564-565), et de R. ZUBER, *Sur l'origine du « flysch »* (pp. 566-568).

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3493. **Manouvrier, L.** *La protection des antiques sépultures et des gisements préhistoriques.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 22 pages.

3494. **Omboni, G.** *Denti di Lophiodon degli strati eocenici del Monte Bolca.* Venise, 1901. Extrait in-8° de 8 pages et 2 planches.

3495. **Whitaker, William.** *Guide of the geology of London and the neighbourhood.* Londres, 1901. Extrait in-8° de 102 pages et 24 figures.

3496. **Mieg, Mathieu.** *Note sur le fonçage du puits « Arthur de Buyer » exécuté par la Société des Houillères de Ronchamp (Haute-Saône).* Paris, 1901. Extrait in-8° de 7 pages.

3497. **Van Ertborn, O.** *Les sondages d'Overmeire, de Zele, de Malines-Arsenal et de Termonde.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 14 pages.

3498. — *Contribution à l'étude des terrains quaternaires et de l'étage diestien dans la province d'Anvers.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 14 pages.

3499. **Carnera, Luigi.** *Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1900 all' osservatorio della R. Università di Torino.* Turin, 1901. Extrait in-8° de 53 pages.

3500. **De Wildeman, E.** *Observations sur les Apocynacées à latex recueillies par M. L. Gentil dans l'État Indépendant du Congo en 1900.* Bruxelles, 1901. Brochure in-8° de 38 pages.

3501. **Lagrange, Eugène.** *La station géophysique d'Uccle.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 22 pages et 1 planche.

3502. *** *Special report of the United States Board on geographic names relating to the geographic names in the Philippine Islands.* Washington, 1901. Extrait in-8° de 59 pages.

3503. **Van den Broeck, E.** *État actuel en Belgique de l'étude des corrélations grisouto-sismiques.* Lille, 1901. Extrait in-8° de 8 pages. (2 exemplaires.)

2° Extraits des publications de la Société :

3504. *** *Extraits d'une lettre de M. Féret, chef du laboratoire des ponts et chaussées de Boulogne-sur-Mer, au sujet d'expériences sur les sables.* Procès-verbaux de 1901, 6 pages et 4 figures. (2 exemplaires.)

3505. *** *Bulletin bibliographique publié en annexe à la séance du 16 juillet 1901.* Procès-verbaux de 1901, 14 pages. (2 exemplaires.)

3506. **E.-L.** *Bulletin bibliographique publié en annexe à la séance du Comité du grisou du 10 mai 1901. Analyse des vingt et un mémoires constituant la première série (1897-1900) des communications (Mittheilungen) de la Commission autrichienne de tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie des sciences de Vienne.* Procès-verbaux de 1901. (2 exemplaires.)

3507. **Van den Broeck, E.** *Explorations nouvelles dans le site de Furfooz. I. Le « Puits des veaux » et le « Trou qui fume ».* Procès-verbaux de 1900, 8 pages. (2 exemplaires.)

3508. — *Quelques détails sur le phénomène naturel ayant fait croire, dans la région de Gap, à l'éruption d'un volcan. (Le volcan du Glaizil.)* Procès-verbaux de 1901, 7 pages. (2 exemplaires.)

3509. — *État actuel de la question de l'étude, en Belgique, des corrélations grisouto-sismiques et création d'un réseau de stations appropriées à cette étude. Dons généreux reçus des membres du Comité de patronage à cet effet.* Procès-verbaux de 1901, 7 pages. (2 exemplaires.)

3510. **Rutot, A.** *Nouvelles observations sur le Quaternaire de la Belgique. Échelle stratigraphique et projet de légende du Quaternaire.* Procès-verbaux de 1901, 4 pages. (2 exemplaires.)

3511. **Casse, A.** *Définition, composition, drainabilité des sables boulants. Construction d'ouvrages dans ces terrains.* Procès-verbaux de 1901, 12 pages et 4 figures. (2 exemplaires.)

3512. **Le Couppey de la Forest, Max.** *Une application à la géologie des expériences à la fluorescéine. Rectification de la position d'un axe anticlinal sur une carte géologique.* Mémoires de 1901, 3 pages et 1 carte. (2 exemplaires.)

3513. — *Les cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin anglo-parisien.* Mémoires de 1901, 17 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)

3514. **Habets, Paul.** *Des observations continues à instituer pour la détermination des quantités de grisou dégagées dans une mine.* Procès-verbaux de 1901, 14 pages. (2 exemplaires.)

3515. **Dollfus, G.-F.** *La structure du bassin de Paris.* Bulletin de 1901 (Traductions et Reproductions), 5 pages. (2 exemplaires.)

3516. **Verney.** *Note sur un appareil à analyser les mélanges grisouteux.* Procès-verbaux de 1901, 5 pages et 1 figure. (2 exemplaires.)

3517. **Toubeau, J.** *Salure progressive d'eaux artésiennes.* Bulletin de 1901 (Traductions et Reproductions), 9 pages et 2 figures. (2 exemplaires.)

3518. **Cuvelier, E.** *Suite à la bibliographie du boulant.* Procès-verbaux de 1901, 7 pages. (2 exemplaires.)

3519. **Kemna, Ad.** *Articles bibliographiques sur les eaux.* Procès-verbaux et Traductions et Reproductions de 1901, 31 pages. (2 exemplaires.)

3520. — *Filtrage et ozonisation des eaux de la banlieue de Paris.* Procès-verbaux de 1901, 5 pages. (2 exemplaires.)

3521. **Lotti, B.** *Les gîtes métallifères stratifiés et la couche minéralisée du cap Garonne, en France.* Bulletin de 1901 (Traductions et Reproductions), 5 pages. (2 exemplaires.)

3522. **Van Ertborn, Oct.** *Allure générale de l'argile rupelienne dans le Nord de la Belgique.* Mémoires de 1901, 7 pages. (2 exemplaires.)

3523. — *Les forages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem.* Mémoires de 1901, 4 pages. (2 exemplaires.)

3524. **Renard, A.-F.** *Notice biographique sur Raymond Storms.* Mémoires de 1901, 13 pages. (2 exemplaires.)

3525. **Meunier, Stanislas.** *Sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine.* Bulletin de 1901 (Traductions et Reproductions), 5 pages. (2 exemplaires.)

3526. **Arctowski, Henryk.** *Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge.* Bulletin de 1901 (Traductions et Reproductions), 6 pages. (2 exemplaires.)

3527. **Mourlon, Michel,** *Quelques mots sur le « boulant » à propos du projet de jonction des gares du nord et du midi à Bruxelles.* Procès-verbaux de 1901, 7 pages. (2 exemplaires.)

3528. **Lagrange, Eug.** *Rapport sur les travaux de la première réunion de la Commission permanente sismologique à Strasbourg (avril 1901).* Procès-verbaux de 1901, 5 pages. (2 exemplaires.)

3529. **Storms, R.** *Sur un « Carcharodon » du terrain bruxellien.* (Mémoire posthume.) Mémoires de 1901, 9 pages et 1 planche. (2 exemplaires.)

3530. **Marboutin, Félix.** *Sur la propagation des eaux souterraines. Nouvelle méthode d'emploi de la fluorescéine.* Mémoires de 1901, 14 pages et 1 carte. (2 exemplaires.)

A propos du Rupelien de la région Léau-Rummen et de l'existence probable d'un synclinal primaire dans ces parages.

M. *Van den Broeck* demande la parole à l'occasion du dépôt du dernier fascicule paru des Cartes géologiques du Royaume à l'échelle de $^1/_{40000}$.

Ce fascicule renferme la feuille *Léau-Rummen,* levée par M. Van den Broeck, et l'auteur croit devoir attirer l'attention sur certaines indications contenues dans la légende et dans les notations de cette feuille, dont le tirage a été effectué, par suite sans doute d'un malentendu, avant certaines corrections que se proposait d'y faire l'auteur et qu'il avait dû différer jusqu'après la terminaison de ses levés de la feuille voisine : *Alken-Cortessem.*

On se souvient que le cycle sédimentaire et les notations des divers dépôts de l'étage rupelien ont été admis comme suit dans la Carte, conformément d'ailleurs aux vues défendues depuis 1881 par M. Van den Broeck et partagées par M. Rutot.

(*R2*) **Rupelien supérieur** (marin)	*R2d*	Sable d'émersion.
	R2c	**Argile de Boom,** à *Leda Deshayesiana.*
	R2b	Sable d'immersion
	R2a	Gravier séparatif, parfois dédoublé.
(*R1*) **Rupelien inférieur** (marin).	*R1d*	Sable d'émersion.
	R1c	**Argile de Kleyn-Spauwen,** à *Nucula compta*
	R1b	Sable d'immersion à *Pectunculus obovatus.*
	R1a	Cailloux de silex plats et noirs (1).

(1) Ce cailloutis de base est parfois accompagné par un gravier coquillier et sableux remanié, avec éléments dérivés de la faune fluvio-marine du Tongrien supérieur, sous-jacent ou dénudé.

Cet ensemble se résume en la notion de l'existence de *deux niveaux argileux bien distincts,* encadrés chacun par des sables meubles, de caractère sensiblement plus littoral, le tout étant nettement marin.

Dans le cas le plus général, comme dans le Brabant oriental par exemple, entre Louvain et Tirlemont, comme dans une bonne partie du Limbourg, la masse sableuse *R1d*, *R2b*, qui sépare les deux niveaux d'argile *R1c*, *R2c*, est suffisamment développée pour que, grâce surtout à la démarcation graveleuse et parfois caillouteuse, *R2a,* nettement reconnaissable, tant dans les sondages que dans les coupes naturelles, la division en Rupelien supérieur et en Rupelien inférieur soit facile à obtenir pour le tracé des limites sur les cartes géologiques.

Or, il se fait qu'à l'époque où il a effectué ses levés sur le territoire des planchettes de Léau-Rummen, M. Van den Broeck s'est trouvé en présence de ce qui semblait constituer *une masse unique d'argile,* à la base de laquelle il avait bien constaté la présence de *Nucula compta*, mais qui, dans ses niveaux supérieurs, paraissait ne se différencier en rien de la masse principale de *R2c*, ou de l'argile rupelienne supérieure.

L'impossibilité de retrouver par coupe ou par sondage les niveaux *R1d*, *R2a*, *R2b* en n'importe quel point du territoire de ces planchettes l'avait conduit à devoir se prononcer entre deux hypothèses également plausibles : ou bien l'on se trouvait en présence d'une *lacune* représentant tout le Rupelien inférieur, ou bien l'on se trouvait en présence d'une influence régionale ayant donné la prédominance presque constante aux profondeurs suffisantes pour recevoir des dépôts argileux et ayant fait éliminer les facies littoraux : sableux et graveleux.

En attendant les éclaircissements apportés par ses levés voisins sur Alken-Cortessem, M. Van den Broeck adopta *provisoirement* la première hypothèse, qu'il a maintenant reconnue inexacte, et c'est ainsi que les notations distinguant les deux assises du Rupelien, fournies d'après les minutes primitivement remises au Service, comportent, à tort, l'indication d'une lacune représentant le Rupelien inférieur. Tout l'étage rupelien de la feuille Léau-Rummen y est, en effet, rattaché au seul cycle sédimentaire supérieur *R2*. Heureusement, au point de vue de la répartition des *teintes* propres aux deux assises du Rupelien, il avait été entendu, vu les doutes qui existaient, que l'on attribuerait la teinte du *Rupelien inférieur* au terme stratigraphique noté *R2b* sur la carte et qui, en réalité, d'accord avec cette teinte, doit être *R1b*.

Si, comme il l'avait espéré, on avait pu attendre les renseignements de teinte et de notation que devaient fournir à M. Van den Broeck les levés voisins d'Alken-Cortessem, une rectification plus complète, s'étendant à *R1c*, en eût pu être faite, avant l'impression, sur Léau-Rummen.

Il doit donc être entendu : 1° Qu'il n'y a nullement de lacune correspondant au *Rupelien inférieur* dans la partie du Limbourg qui correspond au territoire des planchettes de Léau et de Rummen ;

2° Que c'est l'amoindrissement considérable de l'élément littoral intermédiaire, représenté par *R1d*, *R2a* et *R2b*, qui n'a pas permis *pratiquement* de reconnaître, au sein d'une masse argileuse qui paraît unique dans ces parages, la subdivision ordinaire des deux assises de l'étage rupelien;

3° La légende et la répartition des deux nuances de la teinte bleue du Rupelien doivent donc s'interpréter avec les corrections suivantes dans la feuille géologique de Léau-Rummen :

R2a, *R2b* de la carte doivent se lire *R1a*, *R1b*. Il est dit plus haut que la teinte propre au Rupelien inférieur, vu les doutes qui existaient, a été indiquée sur *R2ab* comme si les notations *R1a*, *R1b* avaient été appliquées. Elle est donc parfaitement correcte. Quant à l'argile *R2c* de la carte, elle est teintée entièrement comme Rupelien supérieur, et il serait encore difficile actuellement de soustraire à cette assimilation une zone nettement déterminée des strates inférieurs du massif complexe ainsi rattaché à *R2c*. En réalité, la *fusion régionale* des deux argiles rupeliennes *R1c*, *R2c* a fait réunir sous cette notation unique et sous une même teinte, caractérisant surtout l'argile *R2c*, la série inférieure *R1c* et *R1d* et la série supérieure *R2a*, *R2b*, *R2c* et *R2d*.

En somme, la teinte plus foncée caractéristique du *R1* doit, plus ou moins concentriquement aux limites de l'ensemble des massifs rupeliens représentés, s'étendre sur une zone interne supplémentaire, parallèlement à la bordure notée *R2b*, qui, étant *R1b* en réalité, a été colorée avec raison comme rupelienne inférieure.

Si l'on cherche maintenant à dégager un enseignement des faits ayant provoqué l'erreur d'interprétation qui vient d'être exposé, on constate que le motif de cette erreur consiste en une *anomalie* dans la régularité stratigraphique et dans le développement proportionnel de divers éléments des cycles sédimentaires constituant les deux assises du Rupelien. Cette anomalie consiste en la persistance de l'éloignement de l'appareil tant littoral que d'émersion, ayant pour ainsi dire fait se souder l'une à l'autre les deux formations argileuses successives *R1c* et *R2c* (1).

(1) Dans la légende du complexe stratigraphique considéré dans la Carte géologique de Léau-Rummen comme *R2c*, il est dit comme commentaire, en regard de cette notation : Argile très sableuse, brunâtre, *avec intercalations sableuses*. Ce sont, en réalité, de telles intercalations sableuses qui ont dérobé aux recherches, par sondages ou autrement, l'intercalation principale que doivent constituer, au sein du complexe argileux *R1c-R2c*, les termes ici presque entièrement atrophiés : *R1d*, *R2a*, *R2b*.

Les dépôts rupeliens, à partir de l'arrivée de la *Nucula compta* dans les dépôts argileux du cycle inférieur, ont continué ici *à rester argileux* et, par conséquent, à indiquer *une persistance de grands fonds* (relatifs bien entendu) nullement observable dans les autres parties du bassin.

Il n'en est pas de même ni à l'Est ni à l'Ouest, où le Rupelien se retrouve nettement subdivisé en deux cycles sédimentaires bien distincts. Ne peut-on en tirer cette conclusion que, sous le territoire qui s'étend autour de Léau, le Rupelien s'est déposé dans une région ayant échappé aux oscillations secondaires ayant affecté l'ensemble du bassin et qui, éventuellement, pourrait être en relation avec *un synclinal d'approfondissement progressif du sous-sol primaire?*

D'autres jalons confirmatifs de cette manière de voir semblent encore pouvoir être posés lorsqu'on étudie la répartition des facies les plus profonds de nos mers tertiaires du Limbourg et du Brabant oriental.

Les *dépôts modernes* eux-mêmes fournissent, à la simple inspection des cartes, des données qui ne peuvent manquer d'attirer l'attention. Ainsi lorsqu'on jette un coup d'œil sur la carte géologique de *Léau—Rummen*, levée par M. Van den Broeck, et surtout si on la rapproche de sa voisine au Nord : *Diest—Herck-la-Ville*, il est impossible de ne pas être frappé par des données de géographie physique qui paraissent pouvoir s'expliquer par les dispositions géologiques impliquées par l'hypothèse d'affaissement régional ci-dessus énoncée.

1° La vallée de la Grande-Geete, en aval de Neerlinter, qui, à partir de Budingen, se dirige du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est, y constituant à peu près l'axe médian de la dite feuille, présente dans ces parages, et combinée avec les alluvions de deux autres cours d'eau secondaires coulant parallèlement à la Geete, un remarquable épanouissement alluvionnaire, resté par places marécageux (1) et tout à fait suggestif. Nulle part ailleurs, en effet, dans la contrée environnante, sauf immédiatement au Nord et en connexion de continuité vers la vallée du Démer, on ne retrouve pareille plaine basse uniforme d'alluvionnement moderne, soit de *dépression* générale et étendue.

2° La seconde cuvette alluviale du Nord, ou du Démer, est plus extraordinaire encore, comme le montre la carte géologique de *Diest—Herck-la-Ville*. Elle a pour axe, orienté de l'Est à l'Ouest, l'ample boucle, d'une douzaine de kilomètres de long, qui, à l'Est de Diest, infléchit son côté convexe vers le Sud. Or on constate la réunion, sur ce relati-

(1) Comme, par exemple, le « lac de Léau », dépression bien caractérisée, d'environ 2 kilomètres de long, qui n'a été asséchée et rendue à la culture que très récemment.

vement minime tronçon du Démer, d'au moins *une douzaine* d'affluents petits et grands, parmi lesquels de véritables rivières, telles que la Geete, la Herck, la Velpe, etc., et qui y forment comme *une couronne rayonnante*, s'y réunissant *de tous les points de l'horizon*.

Le phénomène de convergence, si différent des données hydrologiques fluviales ordinaires, est absolument frappant, surtout après que l'on s'est rendu compte de l'existence de l'étroit et profond défilé par lequel le Démer, après avoir reçu toutes ces eaux de drainage concentrique, poursuit son cours vers l'Ouest de Diest.

A l'examen de ce dispositif si anormal, on ne peut se défendre de l'idée qu'il y a eu autrefois, dans la région de la susdite boucle et de sa couronne d'affluents, tout comme dans la section voisine de la Grande-Geete, visée tantôt, un phénomène de lent affaissement régional du terrain ayant favorisé l'épanouissement de grandes nappes d'eau.

Or il se fait précisément que l'histoire et la tradition, d'accord avec certaines découvertes d'archéologie préhistorique, montrent qu'il y eut autrefois, spécialement dans cette région septentrionale du Démer, *de vastes étendues lacustres* (1). Des vestiges de l'industrie humaine préhistorique, des haches polies, une barque antique, des amas charriés d'ossements ont été trouvés dans la susdite région de réception, par le Démer, de sa couronne rayonnante d'affluents : la Herck, le Hoevenbeek, la Geete, la Velpe, l'Yzerbeek, le Winterbeek, le Lange Beek et le Begijnenbeek, sur la rive gauche; le Mangelbeek, le Zwart-Water et trois autres petits ruisseaux encore sur la rive droite. Or ce second emplacement lacustre ancien n'est séparé que par les 4 kilomètres à peine d'un double sillon fluvial (tronçons de la Geete et du Hoevenbeek) de la première grande plaine alluviale considérée plus haut et qui, au Sud, s'étend entre Neerlinter, Léau et le Nord de Saint-Trond et, au Nord, jusque passé Geet-Betz et Rummen. Il est encore à noter incidemment que des ossements de *Castor* ont été trouvés non

(1) M. le professeur *Geraets*, dans la première partie (publiée en 1864, dans le *Bulletin de la Société des Mélophiles de Hasselt*) de son *Étude sur le sol du Limbourg*, dit à ce sujet : « La dépression du sol à cet endroit et l'espace considérable qu'occupent les alluvions font supposer que, dans des temps reculés, cette contrée formait un véritable lac et qu'une rupture s'est établie entre Zeelhem et Zelck et a permis aux eaux de s'écouler, en transformant le fond du lac en ces belles prairies si unies qui forment le Schuelensbroeck. La tradition locale et le résultat de quelques fouilles viennent confirmer cette supposition. On y a trouvé, en creusant le sol, une barque d'un travail grossier, ainsi que de grands amas d'ossements et de cornes de cerfs et d'autres ruminants, qui ne peuvent s'être accumulés en cet endroit que par le fait du charriage des eaux.

loin de là dans les alluvions de la Herck, à son confluent avec le Démer (1).

Il y a donc certains indices, des données positives même, — qu'il y aura lieu de reprendre plus tard et de compléter dans ce sens, — d'après lesquels, en coïncidence topographique avec les influences régionales géologiques ayant, au moins pendant la durée des dépôts rupeliens, maintenu dans ces parages les conditions bathymétriques favorables à la persistance de profondeurs plus grandes qu'ailleurs, une action similaire d'affaissement paraît s'y être continuée jusque dans les temps modernes. Une telle persistance d'action est précisément la caractéristique — on le constate chaque jour de plus en plus — des grands synclinaux géologiques, et la conséquence pratique de tels faits pourrait être que, si la continuation, dans les plaines du Nord de la Belgique, des nouvelles extensions du bassin houiller récemment découvert plus à l'Est du Limbourg devait se faire à travers du territoire belge dans la direction de l'Ouest, il y aurait lieu, dans les études à faire, de ne pas perdre de vue les indications qui précèdent.

En attendant qu'il ait pu réunir quelques matériaux complémentaires sur ce sujet, M. Van den Broeck a tenu à profiter de la rectification qu'il avait à faire, afin de prendre date en faveur de ce premier énoncé de la thèse, qu'il se propose de compléter et de soumettre plus tard à la discussion de ses collègues.

Présentation et élection d'un nouveau membre effectif :

Est présenté et élu par le vote unanime de l'Assemblée :

M. Louis Van der Poorten, photograveur, 19, rue de la Prospérité, à Molenbeek-Saint-Jean.

(1) A.-T. Spring, *Sur une tête de Castor trouvée à Donck (Limbourg).* (Bull. Acad. r. de Belgique, t. XXI, 1866, pp. 139-142.) Voir aussi : E. Geraets et Van der Capellen, *Découvertes paléoethnographiques faites dans le parc du château de Wideux.* (Bull. Soc. des Mélophiles de Hasselt, t. IX, 1872, pp. 17-30.) Dans cette dernière étude, les auteurs reviennent (p. 18, en note) sur le vaste lac évoqué comme épanouissement régional du Démer et signalent des archives d'après lesquelles les derniers vestiges de ces extensions lacustres devaient encore exister dans la première moitié du XVIIIe siècle. Les découvertes faites, toujours dans les alluvions de la Herck, au château de Wideux (sur Alken), font conclure les auteurs à l'existence de vestiges de *cités lacustres* et, avec de rares ossements humains, des poteries, et avec des ossements d'animaux divers, parmi lesquels *Bos primigenius,* ils signalent un fémur de *Castor.*

Communications des membres :

M. *le baron O. van Ertborn* fait ensuite deux communications dont l'impression, votée aux *Mémoires*, devra cependant être reportée au tome XVI (1902) du *Bulletin*, vu que le grand développement des travaux de l'exercice 1901 ne permet plus d'admettre de nouveaux mémoires dans le volume de l'année courante.

L'auteur a fait parvenir les résumés ci-après de ces deux communications pour le *Procès-Verbal* de la séance.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

ÉTAGES RUPELIEN, BOLDERIEN, DIESTIEN ET POEDERLIEN

(NOTE RÉSUMÉE)

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

Au sujet de l'étage rupelien, l'auteur dit que les facies *R2a* et *R2b* ne sont pas représentés dans le pays de Waes et la province d'Anvers, sauf peut-être le second, immédiatement au-dessous de l'argile de Boom à Saint-Nicolas, où l'on constate un niveau sableux plus perméable et plus grossier que celui du sable *R1* sous-jacent et fossilifère.

Le niveau *R2d* paraît ne pas exister dans la région spécifiée; les dénudations tertiaires l'auront enlevé.

Quant au sable ligniteux inférieur à l'argile, il appartient à l'assise inférieure de l'étage, les nombreux fossiles qu'il contient ne laissant pas de doute à ce sujet.

Passant ensuite à l'allure de ces étages dans le Limbourg, l'auteur indique les niveaux qu'ils occupent dans la colline de Waltwilder et dans le sondage de Genck.

Admettant l'idée émise depuis 1895 par M. Van den Broeck (1),

(1) SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONT. ET D'HYDROL., t. IX, *Procès-Verbaux*, p. 91.

M. van Ertborn estime que les blocs colossaux de grès blanc n'ont fait qu'un voyage vertical et qu'ils reposent sur le Tertiaire *in situ.*

Passant ensuite à l'étage poederlien, l'auteur donne la description de sa base, qui ne figure pas dans la *Légende de la Carte géologique au* $^1/_{40000}$. Au sujet de l'âge des sables blancs de Moll à Moll, il rappelle que déjà il a émis l'opinion qu'ils sont non pas quaternaires, mais d'âge diestien.

Les questions dont la solution est poursuivie dans l'intérêt de la science, peuvent se poser comme suit :

1° Le Rupelien inférieur, qui, sous le parallèle de Hasselt, se trouve au-dessous de la cote 0 et qui plonge vers le Nord, peut-il, à 30 ou 40 kilomètres dans cette direction, affleurer en sous-sol ?

2° La base du Diestien, qui plonge également dans cette même direction et qui, au Kraiberg, à la limite Nord de la planchette de Kermpt-Bolderberg, s'infléchit à la cote + 28, peut-elle se trouver à Lindeman à la cote + 65, à Eynkenberg Cottage (Gestel) à la cote + 66, à Gruitrode à la cote + 46, localités situées beaucoup plus au Nord que le Kraiberg ?

3° Les sables blancs de Moll passent-ils, à Moll, par transition insensible, au Diestien type, ou bien en sont-ils séparés par une ligne de démarcation stratigraphique ?

LE
QUATERNAIRE DANS LE NORD DE LA BELGIQUE

(NOTE RÉSUMÉE)

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

Sous ce titre, l'auteur fait une seconde communication qui, comme la précédente, sera insérée dans les *Mémoires* du tome XVI (1902) et dont il a fourni pour le *Procès-Verbal* le résumé suivant :

Lorsqu'on étudie attentivement l'ensemble des dépôts quaternaires du Nord de la Belgique, on constate aisément que le Moséen, le Campinien et le Flandrien sont seuls représentés dans cette région. Le Brabantien et le Hesbayen font défaut. L'auteur donne la coupe du forage

du château de Sterbosch, à Wuestwezel, coupe qui a donné des résultats considérables au point de vue de l'étude des terrains quaternaires. Elle a appris que le cailloutis hétérogène d'Hoboken, à *Elephas antiquus*, constitue la base du Quaternaire inférieur, ou Moséen. M. van Ertborn présente ensuite un projet d'échelle stratigraphique des dépôts quaternaires du Nord de la Belgique. Il fait l'historique de la question, que nous ne résumerons point ici.

Le gisement actuel des blocs colossaux de grès blancs de la région de Genck, dont il a déjà été question à l'occasion du Diestien, est rapporté par l'auteur à la base du Moséen. Il résume également l'historique de cette question. Aux environs de Genck, l'origine de ces blocs est évidemment pliocène, mais ils peuvent être, les uns d'origine diestienne, d'autres d'origine poederlienne; en tout cas, dans cette région, ils reposent sur le Diestien.

Le Campinien, ou Quaternaire moyen, est caractérisé par la faune du Mammouth et du *Rhinoceros tichorinus*. Ces gisements, comme ceux de Lierre, sont localisés dans les dépressions de la basse Campine; c'est dans le sous-sol de la ville de Lierre que fut trouvé le squelette de ce Proboscidien qui figure au Musée royal d'histoire naturelle; les fouilles, au fort de Lierre, mirent également au jour une faune très riche. Le Mammouth, le *Rhinoceros tichorinus*, le Cheval, l'Aurochs, le *Cervus elaphus*, l'*Ursus arctos*, la *Hyœna spelœa*, et, dans le cailloutis inférieur, l'*Elephas meridionalis* et le *Rhinoceros Merckii*.

Passant ensuite au Quaternaire supérieur, ou Flandrien, l'auteur place à la partie supérieure de cette assise les blocs erratiques de la Campine, blocs qui dans cette région gisent à la surface du sol. Arrivés généralement du Nord à la fin de la période quaternaire, ils sont beaucoup plus récents que les débris de roches d'origine septentrionale, mêlés au cailloutis de la base du Moséen. M. van Ertborn attire ensuite l'attention sur l'action de la mer flandrienne, qui fut surtout dénudatrice et dont les sédiments, dans la province d'Anvers et le pays de Waes, n'ont qu'une épaisseur moyenne d'environ 2 mètres.

A la suite des deux communications qui précèdent, M. *Van den Broeck* fait observer que si elles devaient se vérifier entièrement dans leurs conclusions, elles auraient pour résultat de modifier assez sensiblement les tracés géologiques d'assez vastes territoires du Nord-Est de la Belgique tels qu'ils se trouvent indiqués dans certaines des feuilles récemment publiées pour la région septentrionale de nos plaines belges.

Faudrait-il s'en étonner beaucoup, dans l'hypothèse que ces inter-

prétations nouvelles pourraient, pour la plupart, se vérifier ; ce qui n'est d'ailleurs nullement démontré pour l'ensemble des points soulevés dans les exposés qui précèdent. Assurément non, car jusqu'ici la constitution géologique des plaines basses du Nord et notamment de celles de la Campine limbourgeoise nous est restée pour ainsi dire inconnue.

Peu nombreux sont, en effet, les points élucidés par la connaissance de puits, sondages et forages artésiens.

C'était donc un labeur ingrat en même temps qu'une exploration toute *préliminaire* qui incombaient au géologue chargé de lever cette partie de nos plaines tertiaires du Nord. On ne pouvait songer à attendre des résultats définitifs ou même précis d'une étude devant être terminée en des délais rapprochés et qui, contrairement à la situation plus favorable acquise pour le restant du pays, en était restée, pour ce sous-sol de nos plaines septentrionales, à la phase d'étude initiale des recherches et des levés préliminaires.

Et il est encore à remarquer que de tels travaux ne pouvaient être matériellement effectués, en bien des cas, que si l'on se décidait, vu l'épaisseur du manteau quaternaire recouvrant, à entreprendre, à grands frais et dans un but désintéressé de progrès scientifique, de très nombreux sondages d'étude à grande profondeur.

C'est ce qui a été fait, sans marchander, par M. Mourlon qui, comme secrétaire de la Commission géologique, s'était trouvé dans la nécessité d'assumer cette lourde responsabilité pour assurer l'exécution des parties les plus ingrates de l'œuvre qui n'avaient pu — et pour cause — trouver amateur lors de la répartition, au sein des membres de la Commission géologique, des levés de la carte géologique au $^1/_{40000}$.

On ne peut donc que féliciter l'auteur des levés de la grande plaine du Nord d'avoir eu cette abnégation et de n'avoir pas reculé devant cette tâche difficile autant que considérable.

Mais d'autres facteurs défavorables allaient encore attendre le géologue auquel incombait cette rude tâche d'exécuter la première auscultation profonde d'une région restée si mal et si incomplètement connue.

C'était l'extrême difficulté, une fois les sondages exécutés et les échantillons sédimentaires réunis, d'y distinguer et d'y différencier stratigraphiquement, avant une étude microscopique, tant lithologique que paléontologique, la quantité considérable d'échantillons de sables et d'argiles ainsi réunis. Leur étude soigneuse au microscope, qui sera certainement féconde en enseignements et en résultats, réclame un temps dont il n'était pas jusqu'ici possible de disposer.

D'autre part, sables et argiles, presque constamment privés de fos-

siles appréciables et déterminables à l'œil nu, se sont, il faut bien le dire, montrés d'une uniformité d'aspect et de caractères, ou tout au moins d'une similitude apparente telle que les différenciations stratigraphiques obtenues par cette phase initiale d'étude en sont devenues extrêmement difficiles.

Bien souvent des consultations faites avec le concours de collègues appelés à donner leur avis ne parvenaient pas à fournir une opinion convaincante et définitive, que seule pourra donner plus tard l'étude systématique des sédiments à l'aide du microscope.

Par suite de cet ensemble de difficultés, il ne faut donc pas trop s'étonner que les matériaux recueillis à grands frais par les sondages profonds ayant percé le sous-sol de la Campine limbourgeoise *n'ont pas encore pu fournir jusqu'ici* tout ce que l'on est en droit d'attendre d'eux ultérieurement. C'est d'ailleurs l'absence trop constante, malheureusement, de faunes malacologiques et autres similaires, du moins par la taille, qui a favorisé certaines assimilations lithologiques ayant sans doute parfois faussé les conclusions stratigraphiques.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que, dans l'exposé que vient de nous faire M. van Ertborn de faits laissant croire à des erreurs d'interprétation, bien des points réclament encore une démonstration rigoureuse et détaillée. L'ensemble des critiques virtuellement émises par notre excellent collègue, assurément très judicieuses en certains points définis, ne pourra être accepté comme entièrement fondé qu'après éclaircissement et preuves complémentaires exposées dans un débat contradictoire.

Après ce petit essai de mise au point de la question complexe soulevée par les communications de M. van Ertborn, M. Van den Broeck félicite ce dernier de l'utile application qu'il a faite ici du procédé de la mise en œuvre de *grandes coupes régionales* pour élucider, géométriquement pour ainsi dire, la constitution géologique de régions situées à l'intersection et dans les prolongements de coupes bien repérées et jalonnées par les renseignements de forages profonds et de puits artésiens.

M. Van den Broeck, dans ses travaux personnels, a toujours eu soin de disposer le réseau de ses sondages les plus profonds suivant d'uniformes et régulières lignes de coupes Nord-Sud et Est-Ouest; il considère l'étude de grandes coupes régionales, ainsi rendues possibles, comme l'un des meilleurs critériums de l'exactitude des tracés de limites, surtout dans le cas d'épais recouvrements quaternaires.

L'élaboration de ces coupes, pendant l'étude et la recherche des limites, constitue une garantie d'exactitude de celles-ci, en même temps que l'*allure normale* des coupes constitue, quand elle est aisément obtenue, une démonstration du bien fondé des interprétations.

Il n'est pas douteux qu'il convient donc de prendre en sérieuse considération le mode d'examen des levés géologiques de nos plaines septentrionales, que vient d'employer avec tant de sagacité M. van Ertborn, tout en réservant une appréciation définitive sur certains des points exposés et ce jusqu'au moment où des études contradictoires ou complémentaires auront pu être faites sur quelques-uns des points signalés.

M. le *Président* se joint à M. *Van den Broeck* pour reconnaître les grandes difficultés que présentait l'étude de la région du Nord de la Belgique et pour féliciter M. *van Ertborn* du procédé qu'il a cru devoir adopter pour effectuer la revision d'ensemble des levés géologiques qui s'y rapportent.

M. *Mourlon* félicite aussi M. le baron van Ertborn d'avoir entrepris d'interpréter, à l'aide de grandes coupes suivant des directions Nord-Sud et Est-Ouest, les dépôts tertiaires et quaternaires de la Campine limbourgeoise.

Seulement, en dehors de l'assimilation de certaines couches sableuses au Rupelien supérieur argileux, assimilation à laquelle il a renoncé depuis que l'examen des échantillons provenant de sondages pratiqués en Campine près d'Asch, pour la recherche du charbon, lui ont permis de constater une forte épaisseur d'argile, il ne croit pas fondées toutes les assimilations proposées par M. le baron van Ertborn; c'est ainsi qu'il ne saurait admettre que le sable blanc qui s'observe au sommet de la colline de Waltwilder, et qu'il a rapporté au sable de Moll, passerait, au moulin de Gruitrode — comme semble l'indiquer la coupe exposée en séance — en dessous du sable assimilé au Poederlien de cette coupe, alors que l'équivalent, d'après lui, de ce même sable blanc, associé à des argiles, repose sur le dit Poederlien dans la Campine anversoise.

M. Mourlon se réserve du reste d'exposer, à l'une de nos prochaines séances, ses observations au sujet des nouvelles interprétations de M. le baron van Ertborn.

Il rappelle enfin qu'il a décrit dans les *Mémoires* de la Société, (tome XIV, 1900, p. 205), à l'occasion du compte rendu de l'excursion géologique en Campine les 23, 24 et 25 septembre 1900, les blocs de sable blanc durci, passant à un grès dur avec traces de fossiles, qui sont

abondamment répandus à la surface sur le territoire de la planchette de Genck.

M. *van Ertborn* se rallie entièrement aux considérations émises par MM. Van den Broeck et Rutot; il rend hommage aux travaux exécutés par M. Mourlon, qui a accompli une tâche ingrate dans une région inconnue au point de vue géologique. La puissance considérable des dépôts quaternaires rend les levés géologiques exceptionnellement difficiles dans la plus grande partie de la Campine. Déjà en 1880, M. P. Cogels et lui avaient signalé ces difficultés en disant « si l'épais- » seur de ces dépôts continue à augmenter vers le Nord, le levé de la » carte géologique deviendra très difficile dans cette région (1) ». Les ressemblances minéralogiques que présentent le Bolderien, le Diestien, le Poederlien, souvent représentés par leur facies dunal, augmentent encore ces difficultés, qui sont parfois complétés par les remaniements quaternaires de ces mêmes sables. Les sondages profonds exécutés par M. Mourlon ont fait faire un grand pas à l'étude géologique de cette région jusqu'alors inconnue.

M. le *Président*, en suite de cet échange de vues, émet l'avis, qui est adopté, de reprendre cette discussion lors de séances ultérieures dans le courant de l'exercice 1902, lorsque les communications de M. van Ertborn, avec les figures et coupes qui doivent les accompagner, auront paru dans les *Mémoires* du tome XVI.

La parole est donnée à M. *Simoens* pour une communication sur la faille d'Haversin, dans laquelle il répond aux critiques qui ont été émises par M. *Forir* (2) au sujet de sa première note sur cet accident tectonique (3).

L'auteur s'étend assez longuement en séance sur le détail de sa réponse à M. Forir, et l'Assemblée décide que le travail de M. *Simoens* paraîtra dans les *Mémoires* du tome XVI (1902).

L'auteur a fourni pour le Procès-verbal la Note ci-contre résumant le sens de sa réponse :

(1) *Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Lille*, p. 16.

(2) H. Forir, *La prétendue faille d'Haversin*. (Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. XXVIII, Mém. pp. 183, etc., séance du 16 juin 1901).

(3) G. Simoens, *La faille d'Haversin*. (Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont., etc., t. XIV, 1900, Mém. pp. 25-34, pl. I.)

DEUXIÈME NOTE

SUR

LA FAILLE D'HAVERSIN

(RÉSUMÉ)

par G. SIMOENS.

Dans sa réponse à la note de M. Forir, M. Simoens rencontre successivement toutes les observations présentées par son contradicteur : 1° au point de vue stratigraphique; 2° au point de vue dynamique et 3° au point de vue de la logique.

Il entre dans quelques détails au sujet de la signification réelle de la nature lithologique si diversifiée que présentent les sédiments famenniens; il conclut à des changements nombreux dans l'état des terres et des mers de cette époque, et il fait voir notamment que les organismes vivants dans ces anciennes mers ont suivi celles-ci dans leurs transgressions et régressions successives, ramenant presque régulièrement la réapparition de formes qui, quoique modifiées, peuvent se rattacher cependant à des types assez nettement définis ; il remarque, par exemple, que les Rhynchonelles, si différentes du Famennien, oscillent cependant autour de trois Rhynchonelles typiques : les *R. pugnus*, *R. cuboides* et *R. nux*.

Or ces formes Pugnoïdes, Cuboïdes et Nuxoïdes réapparaissent successivement au sein de sédiments qui, par leur nature lithologique, rappellent des profondeurs bathymétriques et des états de la mer à peu près identiques ; il n'affirme pas que ces Rhynchonelles, qui gravitent autour d'un même type, ont celui-ci pour ancêtre commun, mais il se plaît à faire remarquer cette singulière coïncidence de l'apparition de fossiles qui, quoique transformés, surtout au point de vue des dimensions, rappellent des organismes qui, antérieurement, vivaient dans des conditions semblables et qui, chassés de leur habitat par un changement du milieu, semblaient y réapparaître modifiés avec le retour des conditions qui rappellent les temps antérieures.

La séance est levée à 11 h. 10.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Sommaires de la « Revue de géologie pratique ».
(Zeitschrift für praktische Geologie.)

FASCICULE X, OCTOBRE 1901.

Articles originaux.

St. Olszewski, Sur les chances des recherches de pétrole dans la vallée de Laborec, près de Radvany, en Hongrie (pp. 353-356).

R. Delkeskamp, Les gîtes de minerais manganésifères en Hesse et en Nassau et leur formation par l'altération du calcaire à stringocéphales dolomitisé et de la dolomie du Zechstein (pp. 356-365).

G. Berg, Contributions à la connaissance du gîte métallifère métamorphique de Balia-Maden (Asie Mineure) (pp. 365-367.)

Correspondances.

A. Leppla, Le Sonnenbrand (brûlure de soleil) des basaltes (p. 367).

C. Ochsenius, Cristalloïdes de cuivre natif dérivant de chalcopyrite, sur du bois dans l'eau salée (pp. 367-368).

Travaux récents analysés.

N. Wyssotzky, Les mines d'or du district de Kotschkar dans l'Oural du midi. Saint-Pétersbourg, 1900 (pp. 368-372).

B. Comstock, La géologie et les filons métallifères de l'Arizona (pp. 372-373). (*Transact. Amer. Inst. of Mining Engineers,* 1900.)

Hundt, Le dépôt de houille du bassin de la Ruhr (pp. 373-375). (*Festschrift,* 1901.)

Littérature.

A. — Titres d'ouvrages récemment parus. *Mentions accompagnées de résumés.*

J.-F.-N. Delgado et P. Choffat, Carte géologique de Portugal. Lisbonne, 1899.

B. Doss, Sur le *Limanschlamm* et d'autres formations analogues des provinces baltiques. Riga, 1900.

J. Herzfeld et O. Korn, La chimie des terres rares. Berlin, 1901.

J. Hrabak, Sur les conditions d'exploitation dans les grandes profondeurs. Saint-Étienne, 1900.

Carte géologique de la Prusse et des États thuringiens. Feuille Rüdersdorf, 2e édition. Berlin, 1900.

Carte géologico-agronomique de la Prusse et des États thuringiens. Fascicule XCIX. Berlin, 1900.

A. Stella, Une expérience sur la formation des gîtes pétrolifères. Turin, 1899.

F. Wahnschaffe, Les causes de la configuration superficielle de la plaine de l'Allemagne du Nord. Stuttgart, 1901.

B. — Choix de titres parmi les ouvrages récemment parus, signalés dans la Revue.

W. Brüsch, Guide de l'électricité dans l'exploitation minière. Leipzig, 1901.

G. Erlwein, La purification de l'eau potable par l'ozone, d'après le système de Siemens et Halske. Leipzig, 1901.

H. Laspeyres, Le Siebengebirge sur le Rhin. Bonn.

K. Limpach, Contribution hydrologique et géologique sur le gisement de *minette* du Luxembourg méridional et des régions voisines.

E. v. Mojsisovics, Chronique des tremblements de terre en Autriche en 1900. Vienne, 1901.

A. Rohde, Le tunnel du Simplon. 1901.

C. Schnabel, Manuel de métallurgie, 2e édition. Berlin, 1901.

FASCICULE XI, NOVEMBRE 1901.

Articles originaux.

G. MÜLLER, Contribution à la connaissance des dépôts dyasiques et triasiques du bassin houiller de la Ruhr (pp. 385-387).

F. RINNE, Les sables cuprifères de la région du Malaguit, près de Paracale, Luçon (pp. 387-389).

H. THUMANN, Le *stratamètre* de Gothan, appareil pour déterminer la direction et l'inclinaison des couches géologiques dans les trous de forage et la déviation de ces derniers de la verticale (pp. 389-391).

Correspondance.

R. BECK, La formation cuprifère zéolitique en Transbaïkalie (p. 391).

Travaux récents analysés.

A. RÜCKER, Quelques renseignements sur l'exploitation des minerais de plomb et d'argent à Srebrenica, en Bosnie. Vienne, 1901 (pp. 392-393).

L. v. AMMON, Sur un forage profond à travers les couches du Grès bigarré et du Zechstein, près Mellrichstad a. d. Rhön (pp. 393-394).

HUNDT, Le dépôt houiller du bassin de la Ruhr (pp. 394-396).

L. VAN WERVEKE, Remarques sur la composition et l'origine des minerais de fer oolithiques (minettes) de la Lorraine et du Luxembourg (pp. 396-403).

Littérature.

A. — TITRES D'OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS. MENTIONS ACCOMPAGNÉES DE RÉSUMÉS.

R. DELKESKAMP, La barytine de la Wetterau et de la Hesse rhénane et son mode de formation, surtout dans les gîtes manganésifères.

M. HÉROULT, L'aluminium à bon marché. Saint-Étienne, 1900.

J.-V. RENAULD, L'exploitation minière et l'industrie métallurgique de la Haute-Silésie, de 1884 à 1897. Stuttgart, 1900.

B. — CHOIX DE TITRES PARMI LES OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

O. CORAZZA, L'histoire des puits artésiens. Vienne.

E. VAN DEN BROECK, La géologie appliquée et son évolution. Bruxelles, 1900.

J. CORNET, A propos du sondage d'Eelen, près Maeseyck. Bruxelles, 1900.

J. GOSSELET, Le métamorphisme de l'Ardenne. Bruxelles, 1898.

— Disposition des diverses assises du Devonique dans l'Ardenne. Bruxelles, 1898.

M. HÉLIOT, La production du phosphate et du superphosphate de chaux. Saint-Étienne, 1901.

G. HYVERT, Carte des richesses minérales de l'Espagne. Paris, 1901.

J. JOLY, Une estimation de l'âge géologique de la terre. Washington, 1901.

A. KEMNA, La situation actuelle de la question des eaux à Paris. Bruxelles, 1901.

M. LEMIÈRE, Profils sédimentaires théoriques. Saint-Étienne, 1901.

E. SUESS, La face de la terre. Tome III. Leipzig, 1901.

A. VESTERBERG, Études chimiques sur la dolomie et la magnésite. Upsal, 1900.

G. VILLAIN, Le fer, la houille et la métallurgie à la fin du XIXe siècle. Paris, 1901.

E. WICHERT, La théorie des séismographes automatiques. Berlin.

Communicações da Direcção dos Serviços Geologicos de Portugal, tome IV, Lisbõa, 1900.

Ce quatrième volume des Communicações débute par une analyse rapide, due à M. Nery Delgado, des travaux accomplis par le Service géologique du Portugal depuis la fondation de la Commissão Geologica, en 1857. Ces travaux sont des plus importants, ainsi qu'on en peut juger par la liste qu'en donne le Directeur du Service. Dans la section réservée aux mémoires relatifs aux questions de géologie appliquée, nous remarquons l'influence féconde des connaissances

géologiques chaque fois qu'il est question de travaux publics : captage des eaux, creusement de tunnels, etc.

Le Service géologique a réussi à créer à Lisbonne une bibliothèque intéressante et à réunir des collections pétrographiques et paléontologiques des plus remarquables, auxquelles sont attachés des spécialistes. Il est à souhaiter que des subsides suffisants soient accordés à cette institution pratique, qui ne manquera pas d'exercer l'influence la plus heureuse sur le développement industriel du Portugal.

Citons ici, sans y insister, les mémoires publiés en français dans ce quatrième volume. Ce sont :

Vicente de Souza Brandão. — *Sur la détermination de l'angle des axes optiques dans les minéraux des roches.*

Vicente de Souza Brandão. — *Sur l'orientation cristallographique des minéraux des roches, en plaques unies.*

J.-C. Berkeley Cotter. — *Sur les mollusques terrestres de la nappe basaltique de Lisbonne.*

Bleicher et Choffat. — *Contribution à l'étude des dragées calcaires des galeries de mines et de captation d'eaux.*

Nery Delgado. — *Considérations générales sur la classification du système silurique.*

Les travaux publiés en portugais sont au nombre de deux. L'un est une traduction d'un travail de notre distingué collègue, M. X. Stainier, intitulé : *A Edade da pedra no Congo* (L'âge de la pierre au Congo). L'autre est une note des plus remarquables, due à M. Wenceslau de Lima : *Noticia sobre alguns vegetaes fosseis da flora senoniana do solo portuguez.*

M. Wenceslau de Lima a été en relations scientifiques avec l'illustre paléobotaniste De Saporta; il se propose de continuer les travaux du maître et de décrire cette flore fossile du Portugal, si intéressante à tant de points de vue.

On sait que c'est dans ce pays, au commencement de l'époque infracrétacée, que sont apparues les premières Dicotylédones fossiles connues en Europe. Ces plantes, nombreuses dans les couches de Cercal, qui seraient une sorte d'intermédiaire entre la fin du Jurassique et le commencement du Crétacé, offrent un certain nombre de types peu nets, archaïques en quelque sorte, de Dicotylédones, mais avec elles on trouve également des formes très caractérisées. L'apparition de cette flore nous montre qu'il devait y avoir, à cette époque, un commencement de succession régulière des saisons.

A son tour, M. Wenceslau de Lima nous apporte des données qui

nous permettent de conclure à l'existence de transitions presque insensibles entre la flore turonienne et celle de l'Éocène. Parmi ces plantes du Sénonien portugais s'en trouvent quelques-unes qui caractérisent notre Heersien belge, telles que des espèces appartenant aux genres *Dewalquea*, *Quercus*... Ainsi, il y a la fois analogie entre les flores portugaise, belge et américaine, bien qu'elles se soient développées à des époques qui ne correspondent pas exactement les unes aux autres.

Espérons que M. de Lima voudra bien continuer ses intéressants travaux sur cette question si importante de la répartition des plantes durant l'époque crétacée.

GEORGES ENGERRAND.

A. ISSEL. **Osservazioni sul Tongriano di Santa Giustina e Sassello.** *Con carta geologica* (Observations sur le Tongrien de Santa Giustina et de Sasselo. Avec une carte géologique.) Mémoire de 27 pages, 1900.

G. ROVERETO. **Illustrazione dei Molluschi fossili Tongriani.** (*Description des Mollusques fossiles du Tongrien.*) Mémoire de 183 pages et 9 planches hors texte, 1900.

Ces deux mémoires forment le volume XV des *Atti della R. Università di Genova,* publié aux frais de la municipalité de Gênes.

Les couches tongriennes de Santa Giustina et de Sasselo, dont M. Issel nous donne aujourd'hui la description, sont situées aux environs de Gênes (Ligurie). Elles avaient déjà fait l'objet de mémoires importants que le savant professeur et son collaborateur, M. Rovereto, ont résumés et auxquels ils ont ajouté le résultat de leurs observations, ainsi qu'un certain nombre de vues nouvelles.

M. Rovereto, dans son important travail, donne la liste complète des fossiles tongriens de la Ligurie, il en nomme une bonne partie et en fait figurer cent trente-deux espèces dans les planches qui l'accompagnent.

Les dépôts tongriens de la Ligurie sont nombreux, mais les plus importants sont ceux de Santa Giustina et de Sassello. Ils font partie d'un système qui était certainement très développé autrefois, mais que

l'action puissante de l'érosion a considérablement diminué. La mer tongrienne occupait la plus grande partie de cette région, en ne laissant émergées que les hauteurs formées de roches anciennes ou de couches triasiques.

Description du système de Santa Giustina. — Ce système débute par un horizon d'eau douce, composé de petites strates d'argile grise, riche en débris de végétaux divers, principalement de Dicotylédones (Laurinées), auquel succède une argile sableuse contenant des Palmiers, des Ficus... etc. Près du premier tournant de la route, à Santa Giustina, on a recueilli *Ferussina anastomæformis (Strophostoma italica).*

En remontant la Sansobbia, on peut voir des sables remplis de plantes fossiles : Fougères, Monocotylédones et Dicotytédones *(Goniopteris polypoides, Flabellaria, Phœnicites, Cocoinées).* L'abbé Parrando y a recueilli une belle feuille de *Calamus.*

Au Nord de l'église de Santa Giustina se trouve une molasse à faune à la fois marine et saumâtre. Elle est caractérisée principalement par *Globularia crassatina* (1), *Potamides calcatus, P. trochlearis, P. plicatus, Cyrena Michelotti, Psammobia Fischeri, P. plana, P. protracta.*

Toujours dans les environs de la même localité, on remarque des sables gris, à gros fucoïdes, auxquels succède une couche très riche en Gastéropodes, parmi lesquels : *Globularia crassatina, G. gibberosa, Potamides margaritaceus* (2), *P. calcaratus, P. plicatus,* ainsi que de rares *Psammobia* et des *Ostrea.*

En s'élevant, on trouve, mais rarement, quelques exemplaires de *Melongena laxecarinata, Crassatella trigonula,* le tout étant surmonté par des argiles et des molasses sans fossiles.

A la villa Brian, à un peu plus de 150 mètres d'altitude, il y a un nouvel horizon où l'on peut recueillir : *Globularia crassatina, Strombus radix, Psammobia Fischeri, Cassis mamillaris, Cerithium Ighinai, Pota-*

(1) On sait que *Globularia* ou *Ampullaria (Megatylotus) crassatina* caractérise les dépôts oligocènes des environs de Gaas (Landes, France), dépôts que M. de Lapparent range dans le Sannoisien et que MM. Fallot et Reyt placent dans le Stampien. *Potamides plicatus* et *P. trochlearis* abondent dans le Tongrien des environs de Paris.

(2) *Potamides margaritaceus* et *P. plicatus* ne peuvent pas être considérés comme tongriens dans l'Aquitaine. Ils y sont plutôt aquitaniens et même aquitaniens supérieurs, surtout le premier. Quant au second, il est tongrien dans la France septentrionale et centrale, mais dans le Sud-Ouest, il abonde surtout dans l'Aquitanien; j'en ai même recueilli dans le Burdigalien moyen et supérieur (faluns de Lagues, de Léognan et de Pont-Pourquey). Ces différences, quoique minimes, sont intéressantes à établir, car la Ligurie et l'Aquitaine sont approximativement sous le même parallèle, et nous verrons que M. Rovereto en constatera de son côté.

mides Charpentieri (1), *P. plicatus, Isocardia subtransversa, Crassatella protensa, Cyrena Michelotti, C. strangulata, Meretrix incrassata.*

Un peu à l'Est de la route carrossable, on observe un complexe reposant sur un niveau lacustre de végétaux, qui correspond à celui que nous connaissons déjà.

On y a trouvé *Potamides margaritaceus, P. calcaratus, Cyrena Michelotti, Meretrix incrassata.* Puis viennent des sédiments saumâtres et lacustres également, où dominent les Potamides, les Cyrènes, ainsi que des feuilles nombreuses et des fragments de carapaces de tortues appartenant aux genres *Tryonix* et *Ptychogaster.*

Le dépôt reprend ensuite un caractère marin, car aux Cérithes et aux Cyrènes s'ajoutent des *Corbula, Psammobia, Meretrix...* Une magnifique couche formée de débris de coraux lui succède. Ces coraux sont constitués principalement par *Rhabdophyllia stipata* et ils contiennent en abondance : *Cypræa subexcisa, Melongena laxecarinata, Protoma excathedralis, Turbo conofasciata, Potamides margaritaceus, Venus ambigua, Lithodomus Deshayesi.*

L'horizon supérieur, qui correspond aux couches de la villa Brian, est composé de molasses très riches en fossiles : *Cassis mamillaris, Cypræa subexcisa, Turritella turris* (2), *Thracia Bellardii, Meretrix stilpnax, Vermetus oligotransiens, Chlamys deleta, C. miocenica, Pecten arcuatus, Ostrea Brongniarti, Nummulites complanata*, var. *bormiensis, N. Fichteli, Operculina complanata* (3).

Tel est l'ensemble de couches que l'on rencontre dans les environs de Santa Giustina; pour M. Issel, elles appartiennent toutes au Tongrien inférieur (voir tableau).

Description du système de Sassello. — Les fossiles les plus abondants se trouvent ici dans des formations qui ont de grandes analogies avec les récifs madréporiques, de sorte que les Coquilles qu'on y rencontre offrent des caractères marins et lagunaires. Parmi les Polypiers constructeurs dont M. Issel donne la liste et qui sont extrêmement nombreux, je citerai seulement les genres *Alveopora, Astracopora, Madrepora, Heliastræa,* etc.

Les Échinodermes sont représentés dans ces couches par les genres *Echinolampas, Pericosmus, Maretia, Cidaris.* Parmi les Mollusques

(1) Caractéristique à Gaas et dans le calcaire à Astéries des environs de Bordeaux (Stampien).

(2) Burdigalienne dans l'Aquitaine.

(3) Idem.

dominent les *Conus*, *Neritopsis*, *Pecten*, *Hinnites*. On y trouve également un Crustacé : *Palæocarpius macrocheilus*, et des Nummulites : *N. intermedia*, var. *bormiensis*, *N. Fichteli*, *N. operculiniformis*.

Par un phénomène de pseudomorphose, dû probablement à des eaux filtrantes, les Polypiers et les Coquilles ont été convertis en calcaire cristallin et acquièrent ainsi une apparence beaucoup plus ancienne. Il y a même quelques cas de transformation du test en pyrite.

Si nous nous souvenons que les Madréporaires ne peuvent vivre dans des milieux où la température moyenne du mois le plus froid soit inférieure à + 23°4, nous devons admettre qu'à l'époque tongrienne, la Ligurie se trouvait dans des conditions telles que son isochimène était supérieure à + 23°4 et que son isotherme ne pouvait être inférieure à + 29° ou + 30°.

D'ailleurs, les plantes qui croissaient dans ces régions étaient des *Bactris*, des *Astrocaryum*, des *Acrocomia*, qui prospèrent actuellement sur les bords de l'Amazone et de l'Orénoque. Les *Cocus*, *Pandanus*, qu'on y retrouve aussi à l'état fossile, sont également des plantes équatoriales.

Les couches que nous venons de décrire se terminent souvent par des dépôts lacustres ou lagunaires comme ceux de Pian Ferioso de Brigiola, qui contiennent de rares insectes, ainsi que des débris mal conservés de plantes.

La description de ces deux systèmes se termine, dans le mémoire de M. Issel, par un tableau de synchronisme que nous reproduisons ci-après. Les numéros I, II, III et IV correspondent au Tongrien inférieur, le numéro V pouvant être attribué au Tongrien supérieur.

M. Issel termine son mémoire par un historique de la question du Tongrien.

C'est Dumont qui, en 1839, a donné le premier ce nom à une série de dépôts bien développés dans la province belge du Limbourg. Dix ans après, l'illustre stratigraphe démembra son Tongrien en trois systèmes distincts, auxquels il donna les noms respectifs de Rupelien pour la partie moyenne, de Bolderien pour la partie supérieure, tout en conservant l'expression de Tongrien pour la partie inférieure du système. Le Tongrien et le Bolderien étaient presque exclusivement marins, tandis que le Rupelien était en partie fluvio-marin.

Les caractères et les relations de ces trois termes furent successivement étudiés par C. Lyell (1852), Ortlieb et Dollfus (1873), Rutot et Van den Broeck (1883). Selon ce dernier auteur, l'Oligocène belge se

compose d'un terme inférieur et d'un terme moyen, le terme supérieur faisant défaut et le Bolderien étant indubitablement miocène. Pour M. Van den Broeck, l'Oligocène inférieur est représenté par le Tongrien de Dumont; il est marin à la base et fluvio-marin à la partie supérieure. L'Oligocène moyen est constitué par le Rupelien, avec deux termes marins principaux : les sables de Berg et l'argile de Boom.

Numéros d'ordre.	SANTA GIUSTINA.	SASSELLO.	AUTRES LOCALITÉS DE L'APENNIN LIGURE.	LOCALITÉS AUTRES QUE CELLES DE LA LIGURIE.
V.			Calcaire à nullipores des environs de Ponzone.	
IV.		Molasse rougeâtre avec plantes et insectes.		
III	Argiles marneuses et molasses avec Coquilles marines, Coraux et Nummulites. Rares plantes.	Molasses et argiles marneuses avec nombreux Coraux, Coquilles marines, Échinodermes et Nummulites. Rares plantes, surtout Dicotylédones.	Marnes à Coquilles marines, de Mioglia, Pareto, Squaneto.	
II.	Molasses et conglomérats marins alternant avec molasses à plantes et à Coquilles d'eau saumâtre.		Molasses à Coquilles marines et d'eau saumâtre de Carcare et de Dego.	Couches de Castelgomberto (Vicentin).
I.	Argiles et sables avec plantes, surtout Palmiers et Fougères et Coquilles terrestres. Conglomérats sans fossiles.		Lignites de Cadibona. Conglomérats de Celle.	Couches de Castelgomberto (Vicentin).

L'Oligocène fut institué, en 1855, par Beyrich; le Tongrien en constitue la partie inférieure.

L'auteur fait remarquer que, de toutes manières, il est impossible de comprendre le Ligurien italien dans l'Oligocène, car il est intimement lié aux dépôts sous-jacents, tandis qu'il se distingue profondément du Tongrien par ses caractères lithologiques et paléontologiques.

MM. Issel et Rovereto adoptent le terme de Tongrien, pris dans le

sens large qui lui fut attribué par d'Orbigny. Il est donc, pour eux, synonyme de Bormidien, étage proposé en 1845 par Lorenzo Pareto et étudié par ce savant le long des rives des deux Bormides et de la Scrivia. D'Orbigny, dans le Tongrien, et Pareto, dans le Bormidien, comprenaient l'ensemble des couches auxquelles Mayer-Eymar devait donner le nom d'Aquitanien en 1857.

L'Aquitanien et le Stampien ont, pour M. Issel, des caractères purement locaux (1).

Toujours d'après le même savant, le terme de Tongrien (2) est défectueux, car il est fondé sur un ensemble de couches typiques dont la puissance est très limitée. Cette puissance, pour les dépôts de Hasselt, est seulement de $21^{m},95$. Le Tongrien belge est assez riche en fossiles, dont beaucoup d'espèces ont des analogies avec celles de Headon (Angleterre) et d'Egeln (Allemagne), mais ils diffèrent notablement de ceux qui sont contenus dans les gisements de la France méridionale et de l'Italie septentrionale. De sorte que la Belgique d'une part, la France et l'Italie de l'autre, devaient constituer, à l'époque tongrienne, deux bassins séparés ou, tout au moins, ne communiquant pas directement entre eux.

Dans la vallée de la Scrivia et dans le Montferrat septentrional, le Bormidien a une puissance que Mayer-Eymar évalue à 3,900 mètres et qui n'est certainement pas inférieure à 2,000 mètres. Dans l'Apennin ligure seulement, ses fossiles sont au nombre de plus d'un millier et comprennent des représentants de toutes les classes d'Invertébrés et de Vertébrés, ainsi que des Cryptogames et des Phanérogames.

L'expression de Bormidien paraît donc plus juste pour désigner une aussi importante division stratigraphique; cependant M. Issel accepte le terme de Tongrien afin de se plier à l'usage et de rendre hommage à la loi de priorité.

Le premier observateur qui ait parlé des dépôts de Santa Giustina et

(1) Dans l'Aquitaine, tout un ensemble de faits prouvent qu'on a raison d'y distinguer un étage aquitanien, car il y a une différence très nette entre les couches auxquelles on y donne le nom de Tongrien et celles que l'on y range dans l'Aquitanien. On peut même y distinguer, de la façon la plus certaine, trois sous-étages (voir Tournouër, Benoist, Fallot...). Là où il y a un passage quelquefois insensible, c'est entre les formations aquitaniennes et burdigaliennes (voir Neuville, Engerrand. *Soc. Linn. de Bordeaux*, 1897), mais le long du ruisseau de Saucats, par exemple, les séries aquitanienne et burdigalienne se déroulent dans un ordre parfait et sont nettement caractérisées par leurs fossiles.

(2) M. de Lapparent divise actuellement l'Oligocène en trois sous-étages : le Sannoisien, le Stampien et l'Aquitanien.

de Sassello est Lorenzo Pareto. Dans son mémoire le plus important (1), il institue ses étages nicéen, ligurien, modénien, bormidien langhien, serravallien, tortonien, astien, villefranchien et arénien, mettant dans le Bormidien les sables et les conglomérats à fossiles d'eau douce, marins et à lignites de Carcare, Dego, Sassello, Cassinelle, Cadibona, Portofino, etc.

Cette conception du Bormidien correspond parfaitement à la série de dépôts, dotée de caractères paléontologiques uniformes qui s'étend, dans la région de l'Apennin septentrional, entre les calcaires à Fucoïdes de l'Éocène supérieur et les marnes blanchâtres à Ptéropodes des Langhe et de la vallée de la Scrivia, marnes qui représentent vraisemblablement un dépôt de grande profondeur.

Puis c'est M. Issel lui-même qui étudia les conditions stratigraphiques des deux gisements considérés, dans un mémoire publié par le *R. Comitato Geologico* (2).

Le professeur Sacco, admettant un étage aquitanien, scinda la série stratigraphique comprise entre cet Aquitanien et le Bartonien à grosses Nummulites (*N. Striata*, *N. Tchihatcheffi*, *Orbitoides radians*) en Stampien au sommet, Tongrien proprement dit au milieu (celui-ci étant incomparablement supérieur en puissance aux deux autres) et Sextien à la base, supprimant ainsi le Ligurien. Pour Sacco donc, les dépôts de Santa Giustina et de Sasselo sont tongriens.

Mayer-Eymar (3), dans son travail sur l'Éocène égyptien, s'occupe de nouveau de ces deux localités; il en met une partie dans le Ligurien supérieur, l'autre dans le Tongrien. Pour lui, la molasse serpentineuse de l'Apennin ligure doit être placée dans le même sous-étage que les tufs de Gnata, Montecchio Maggiore et Sangonini, que les formations gypsifères et les marnes vertes et jaunes à Cyrènes de Montmartre, que les marnes à *Paleotherium* de Bonzac, que les sables à *Nummulites intermedia* et *N. Fichteli* de Lesbarritz et Biarritz, que les calcaires à *Cyrena semistriata* et *Bythinia Duchasteli* des environs d'Aix, Dax et Manosque, tandis que le niveau supérieur de Santa Giustina et Sasselo correspon-

(1) *Note sur les divisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2e série, t. XXII. Paris, 1865.)

(2) *Note intorno al rilevamento geologico del territorio compreso nei fogli di Cairo Montenotte e Varese della carta topografica militare.* (Boll. del R. Com. geol., anno 1885, n° 9. Roma, 1885.)

(3) *Le Ligurien et le Tongrien en Égypte.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 3e série, t. XXI. Paris, 1893.)

drait aux couches de Castelgomberto, aux sables de Fontainebleau, au calcaire à Astéries et aux marnes bleues à *Natica crassatina* de la Gironde et des Landes. Finalement, le savant géologue de Zurich plaçait les poudingues bruns de Santa Giustina dans l'horizon des couches de Schio, des sables supérieurs de Fontainebleau, des sables à *Cardita Basteroti* et du calcaire d'eau douce d'Ormoy.

Pour le professeur Fallot (1), les couches de Santa Giustina et Castelgomberto appartiendraient au Tongrien supérieur, tandis que les couches à *Nummulites Fichteli* de la Ligurie seraient infratongriennes (Sextien de Sacco). M. Issel considère cette opinion comme erronée, car la *N. Fichteli* caractérise certaines couches de Sasselo qui correspondent aux parties moyennes ou supérieures de celles de Santa Giustina.

* * *

M. G. Rovereto, le collaborateur de A. Issel, débute par une analyse, faite avec beaucoup de logique et de sagacité, des conditions dans lesquelles s'est développée la faune tongrienne. Cette faune avait des allures tropicales très prononcées. Les *Gladius*, *Terebellum*, *Rimella*, *Strombus*, *Clavilithes*, *Turbinella*, *Ancilla*, *Vulsella*, *Pyrula* sont actuellement bien développés dans la province Indo-Pacifique; *Pholadomya*, *Pleurotomaria*, *Melongena* prospèrent dans la province Caraïbe.

Les formations coralligènes donnaient asile à de nombreux *Mitra*, *Conus*, *Strombus*, *Terebellum*, *Cypræa*, *Modiola*, *Mytilus*, *Avicula*, *Perna*, *Pinna*, *Arca*, *Vulsella*.

Pour plusieurs raisons, la faune tongrienne de la Ligurie constituerait non seulement une province distincte de celle de l'Europe septentrionale (Étampes, Limbourg, Cassel, Mayence,... etc.), mais peut-être aussi une province séparée de celle de l'Europe méridionale [Vicentin, Gaas (Landes)]. En somme, il n'y a guère qu'une vingtaine d'espèces qui soient communes au Tongrien de la Ligurie, de la France, de la Belgique et de l'Allemagne.

M. Rovereto décrit ensuite toutes les espèces du Tongrien qui lui sont connues, au nombre de 458, et il les fait précéder d'une synonymie soigneuse. Nous reproduisons ci-après celles qu'il a décrites comme nouvelles et parmi lesquelles s'en trouvent peut-être quelques-unes qui existent en Belgique.

(1) *Contribution à l'étude de l'étage tongrien dans le département de la Gironde.* (Mém. de la Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux, 4e série, t. V, Bordeaux, 1894.)

Aturia Paronai
Auricula (Pythiopsis) bormidiana.
Pleurotoma Perrandoi.
Olivella elegantula
Mitra comperta.
Cassisoma semielegans.
Amphiperas bullæformis.
Rimella appenninensis.
Potamides pinoides.
Vermetus oligotransiens.
Turritella (Hanstator) subæquicincta.
— *perfasciata.*
Protoma excathedralis.
Scala (Cirsotrema) perlatecostata.
Pleurotomaria (Perotrochus) Isseli.
Dentalium (Antale) appenninicum.
Ostrea meridionalis.
— *statiellorum.*
— *gibbosula.*
— *oligoappennica.*
— *Isseli.*
— *prestentina.*
— *obliquata.*
— *appenninica.*
— *clypeata.*
Spondylus ligustinus.
— *hastatus.*
— *vaginatus.*
— *insignitus.*
Chlamys bormidiana.
— *(Æquipecten) appenninica.*
— *Adelinæ.*
— *crostacea.*
— *prenimia.*
— *(Actinochlamys) virgulata.*
— — *Saccoi.*
Pinna ventilabrum.
— *carcarensis.*
Mytilus halycinus.
Modiola aphanea.
— *(amygdalina) incompta.*
Dreissensia (Prodressensia) Perrandoi.
Arca (Barbatia) exbarbata.
— *(Parallelipipedum) Isseli.*
— — *simmetrica.*
Pectunculus (Axinæa) incognitus.
— — *rabdotus.*
Limopsis (Cosmetopsis) turgida.
Crassatella gigantea.
— *Ighinai.*
Cardium (Eocardium) commutatum.
— *(Lævicardium) rugiferum.*
Chama tongriana.
Cypriniadea oncodes.
Isocardia Paretoi.
Basterotia (Anisodonta) bipartita.
Metretrix (Callista) conoidea.
— — *limita.*
— — *prechione.*
Metretrix (Callista) statiellorum.
— — *stilpnax.*
Dosinia prexoleta.
— *tongrina.*
Venus (Chione) ambigua.
Tapes (Pullastra) tapinus.
Cyrena strangulata.
Sphærium? ninpharum.
Pisidium elegantiusculum.
Diplodonta alepis.
— *aliena.*
Cultellus clavatus.
Glycymeris ligusticus.
Lucina (Lucina) neogenica.
— *(Loripes) seclusa.*
— — *celata.*
Syndesmia intermedia.
Thracia Canavarii.
— *stenochora.*

D'autre part, voici la liste complète des espèces belges qui se retrouvent dans la Ligurie (I = Tongrien inférieur, S = Tongrien supérieur) :

Actœon (Tornatellœa) simulatus Sol. (I).
Pleurotoma Konincki Nyst. (I).
— *cavata* Bell. (I).
— *carcarensis* Bell. (I).
Drillia peracuta Koen. (I).
Volutilithes multicosta Bell. (I). (*V. cingulata* Nyst.)
Typhis horridus Brocc. (I).
Cassidaria echinophora L. (I).
Cingulina scabrella Semp. (I).
Solarium radiatum Bors. (I).
Xenophora (Tugurium) subextensa d'Orb. (I).
Natica achatensis Recl. (I).
Dentalium (Fustiaria) Kickxi. Nyst. (I).
Ostrea ventilabrum Gold. (I).
Ostrea (Gryphœa) Queteleti Nyst. (I).
Chlamys Messonieri May. (I).
Cardita (Venericardia) tuberculata Münst. (S).
Cardium (Eocardium) tenuisulcatum Nyst. (I).
Cardium (Eocardium) distinguendum Mayer (I). (*C. Kochi* Semp.)
Isocardia subtransversa d'Orb. (I).
Meretrix splendida Mer. (I).
— *(Amianthis) incrassata* Sow. (I).
Psammobia (Gari) Fischeri Heb. et Ren. (I).
Glycymeris Heberti Bosq. (I).
Lucina (Miltha) Omaliusi Desh. ? (S).
Tellina Nysti Desh. (I).

Je crois qu'il serait bon de comparer de très près les faunes tongriennes belge et italienne, d'abord pour arriver à leur parfaite connaissance et ensuite pour éviter les synonymies qui encombrent la nomenclature malacologique.

GEORGES ENGERRAND.
Attaché au Service géologique de Belgique.

SÉANCE MENSUELLE DU 17 DÉCEMBRE 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance :

M. le *Secrétaire général* fait part à l'Assemblée du décès de M. *Paul-Joseph Ghesquière*, capitaine d'état-major retraité, membre fondateur de la Société. (*Condoléances.*)

M. le *Ministre de l'Agriculture* envoie, pour la Bibliothèque, un exemplaire des *Monographies agricoles de la région limoneuse* et de la *région jurassique*. (*Remerciments.*)

La *Société géologique du Luxembourg* adresse le programme des conférences qu'elle a organisées pour les mois de novembre et de décembre.

La *Royal Geographical Society de Londres* fait un appel aux souscripteurs en vue d'une expédition nationale antarctique.

M. *Priem* remercie pour le gracieux envoi qui lui a été fait d'un exemplaire du mémoire posthume de M. R. Storms.

M. le Secrétaire fait savoir à ce sujet que le dit travail a été offert, à titre d'hommage de la Société, à un certain nombre de paléo-ichthyologistes. Ceux qui ne l'ont pas reçu peuvent s'adresser au Secrétariat, qui mettra à leur disposition les quelques exemplaires disponibles.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule III du tome XII du *Bulletin* et annonce l'apparition, vers la fin janvier ou au plus tard dans la première quinzaine de février, du fascicule IV et dernier de ce volume, en même temps que le VIe fascicule du tome XV (1901) qui terminera également ce dernier volume.

A partir de fin février, il ne restera donc plus comme arriéré que les deux derniers fascicules du tome XIII, arrêtés jusqu'ici par diverses Notices et par d'importants Mémoires, non rentrés pour l'impression, malgré de persistantes et nombreuses réclamations.

M. *E. Weinschenk* annonce l'envoi d'un travail sur le « métamorphisme de contact »; ce travail sera présenté pour les *Mémoires* de 1902. A cette occasion, il sera examiné par une prochaine assemblée s'il n'y aurait pas lieu, dans le cas où ce mémoire devrait être imprimé en allemand, de le faire suivre d'un résumé en français.

Divers membres de l'Assemblée font observer que la latitude d'imprimer dans notre *Bulletin* des travaux en langues étrangères, latitude que nous laissait la première édition des Statuts, ne semble pas avoir eu, pendant la décade 1887-1896, des résultats fort appréciables, et son application ne laissait pas que de donner lieu à certains inconvénients. Ces collègues pensent qu'il est désirable d'obtenir des auteurs, ou de faire faire avec leur assentiment, la traduction pour notre *Bulletin* des mémoires présentés en langues étrangères.

M. *Stainier* a fait parvenir un travail intitulé : *Description des gîtes métallifères de la Belgique*, 1re partie : Mine de Pyrite de Vezin.

D'accord avec l'auteur, ce travail, accepté par l'Assemblée, paraîtra dans les *Mémoires* de 1902 avec la planche en couleurs qui l'accompagne.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3531. **Ministère de l'Agriculture.** *Monographie agricole de la région limoneuse et sablo-limoneuse.* Bruxelles, 1901. Volume grand in-8° de 270 pages.

3532. — *Monographie agricole de la région jurassique.* Bruxelles, 1901. Volume grand in-8° de 77 pages.

3533. **Weinschenk, Ernst.** *Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten. Chemisch-geologische Studien. I. Die Graphitlagerstätten des bayerisch-böhmischen Grenzgebirges.* Munich, 1897. Extrait in-4° de 56 pages et 2 planches.

3534. — *Ibid. II. Alpine Graphitlagerstätten.* Munich, 1900. Extrait in-4° de 46 pages et 2 planches.

3535. — *Ibid. III. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon.* Munich, 1900. Extrait in-4° de 45 pages et 3 planches.

3536. — *Beiträge zur Petrographie der östlichen Centralalpen speciell des Gross-Venedigerstockes. I. Ueber die Peridotite und die aus ihnen hervorgegangenen Serpentingesteine. Genetischer Zusammenhang derselben mit den sie begleitenden Minerallagerstätten.* Munich, 1894. Extrait in-4° de 63 pages et 4 planches.

3537. **Weinschenk, Ernst.** *Ibid. II. Ueber das granitische Centralmassiv und die Beziehungen zwischen Granit und Gneiss.* Munich, 1894. Extrait in-4° de 29 pages, 1 planche et 7 figures.

3538. — *Die Kieslagerstätte im Silberberg bei Bodenmais. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der « Falbänder ».* Munich, 1901. Extrait in-4° de 60 pages et 4 planches.

3539. — *Ueber einige Graphitlagerstätten.* Berlin, 1897. Extrait in-4° de 8 pages et 4 figures.

3540. — *Ueber zwei neue Bestandtheile des Meteoriten von Sarbanovac.* Vienne, 1899. Extrait in-4° de 2 pages.

3541. — *Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten.* Berlin, 1900. Extrait in-4° de 8 pages et 3 figures.

3542. — *Der Silberberg bei Bodenmais im Bayerischen Wald.* Berlin, 1900. Extrait in-4° de 6 pages.

3543. — *Ueber einige neue Mineralvorkommen des bayerischen Waldes.* Leipzig, 1895. Extrait in-8° de 8 pages.

3544. — *Beiträge zur Systematik der Granatgruppe.* Leipzig, 1895. Extrait in-8° de 14 pages.

3545. — *Weitere Beiträge zur Kenntniss der Minerallagerstätten der Serpentine in den östlichen Centralalpen.* (15 pages.)

— *Meerschaum von Eskishehir in Kleinasien.* (3 pages.)

— *Fuggerit, ein neues Mineral aus dem Fassathal.* (6 pages.) Leipzig, 1897. Extraits in-8°.

3546. — *Ueber die Umwandlung des Quarzes in Speckstein.* Leipzig, 1888. Extrait in-8° de 19 pages et 1 planche.

3547. — *Die Minerallagerstätten des Gross-Venedigerstockes in den Hohen Tauern. Ein Beitrag zur Kenntniss der « Alpinen Minerallagerstätten ».* Leipzig, 1896. Extrait in-8° de 171 pages, 3 planches et 1 carte.

3548. — *Ueber den Graphitkohlenstoff und die gegenseitigen Beziehungen zwischen Graphit, Graphitit und Graphitoid.* Leipzig, 1897. Extrait in-8° de 14 pages.

3549. — *Ueber eine neue Vorrichtung zur Auschaltung des Condensors am Polarisationsmikroskope.* Berlin (?). Extrait in-8° de 2 pages.

3550. — *Zur Classification der Meteoriten.* Munich, 1899. Extrait in-8° de 9 pages.

3551. — *Ueber die Graphitlagerstätten der Umgebung von Passau und die Erzlagerstätten am Silberberg bei Bodenmais.* Essen, 1898. Extrait in-8° de 9 pages et 2 planches.

3552. **Weinschenk, Ernst.** *Beiträge zur Mineralogie Bayerns.* Leipzig, 1897. Extrait in-8° de 29 pages.

3553. — *Ein interessantes Geschiebe aus der Isar.* Berlin, 1898. Extrait in-8° de 3 pages.

3554. — *Mineralogische Wanderungen in den östlichen Centralalpen.* Vienne, 1897. Extrait in-8° de 15 pages et 1 figure.

3555. — *XXIIIe Notiz. Ueber einen neuen Bestandtheil einiger Meteoriten.* Vienne (?). Extrait in-8° de 2 pages.

3556. — *Zur genauen Kenntniss der Phonolithe des Hegaus.* Vienne (?). Extrait in-8° de 1 page.

3557. — *Beitrag zur Kenntniss der Feldspäthe in den Massengesteinen.* Vienne (?). Extrait in-8° de 17 pages.

3558. — *Ueber Serpentine aus den östlichen Centralalpen und deren Contactbildungen.* Munich, 1891. Extrait in-8° de 56 pages.

3559. — *Der Bayerische Wald zwischen Bodenmais und dem Passauer Graphitgebiet.* Munich, 1899. Extrait in-8° de 26 pages, 2 planches et 9 figures.

3560. — *Das Talkvorkommen bei Mautern in Steiermark.* Berlin, 1900. Extrait in-8° de 10 pages et 6 figures.

3561. — *Färbung der Mineralien.* Berlin, 1896. Extrait in-8° de 9 pages.

3562. — *Beiträge zur Petrographie Japans.* Munich, 1890. Extrait in-8° de 17 pages.

3563. — *Zur Kenntniss der Entstehung der Gesteine und Minerallagerstätten der östlichen Centralalpen.* Munich, 1895. Extrait in-8° de 11 pages.

3564. **Kunz, G.-F.** et **Weinschenk, E.** *Farmington, Washington C°, Kansas Aerolite.* New-Haven, 1892. Extrait in-8° de 3 pages.

3565. **Moses, A.-J.** et **Weinschenk, E.** *A simple apparatus for the measurement of the indices of refraction of small crystals by the method of total reflection.* Londres, 1896. Extrait in-8° de 6 pages et 5 figures.

3566. — *Ueber eine einfache Vorrichtung zur Messung der Brechungsexponenten kleiner Krystalle mittelst Totalreflexion.* (6 pages.)

— *Ueber Epidot und Zoisit.* (21 pages.) Leipzig, 1896. Extraits in-8°.

3567. **Kunz, G.-F.** et **Weinschenk, E.** *Meteoritenstudien.* Vienne, 1891. Extrait in-8° de 10 pages et 3 figures.

3568. **Weinschenk, E.** *Ganggestein aus dem Habachthal, Oberpinzgau.* Vienne, 1891. Extrait in-8° de 4 pages et 2 figures.

3569. **Mourlon, M.** *Des voies nouvelles de la géologie belge.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 12 pages.

3570. **Dollfus, G.-F.** *Des derniers mouvements du sol dans les bassins de la Seine et de la Loire.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 17 pages et 1 planche.

3571. — *Classification des couches tertiaires du Nord-Est du bassin de Paris.* (Excursion de la Société belge de géologie, du 7 au 14 août 1901.) Rennes, 1901. Extrait in-8° de 3 pages.

3572. **Cornet, J.** *Note préliminaire sur la composition minéralogique des argiles et des limons.* Liége, 1901. Extrait in-8° de 7 pages.

3573. **Mojsisovics, Edmund v.** *Mittheilungen der Erdbeben-Commission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge. N° II. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben.* Vienne, 1901. Extrait in-8° de 114 pages et 1 planche.

3574. **Reade, T. Mellard.** *Sand-blast of the shore and its erosive effect on wood.* Londres, 1901. Extrait in-8° de 2 pages et 1 planche.

3575. **Reade, T. Mellard** and **Philip Holland.** *The green slates of the Lake District, with a theory of slate structure and slaty cleavage.* Liverpool, 1901. Extrait in-8° de 27 pages et 2 planches.

3576. **Guébhard, A.** *Dédoublement du synclinal d'Escragnolles (Alpes-Maritimes).* (3 pages.)

— *Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence.* (2 pages.) Paris, 1900. Extraits in-8°.

3577. — *Les problèmes tectoniques de la commune d'Escragnolles (Alpes-Maritimes).* Paris, 1900. Extrait in-8° de 15 pages, 3 figures et 1 carte.

3578. — *Sur les recoupements et étoilements de plis observés dans les Alpes-Maritimes.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 15 pages, 2 figures et 1 carte.

3579. **Guebhard, A.** et **Laurent, L.** *Sur quelques gisements nouveaux de végétaux tertiaires dans le Sud-Est de la Provence.* Paris, 1900. Extrait in-8° de 26 pages et 21 figures.

3580. **Meli, R.** *Cenno delle escursioni geologiche eseguite con gli allievi-ingegneri della Scuola d'applicazione di Roma nell' anno scolastico 1900-1901.* Rome, 1901. Extrait in-8° de 8 pages.

3581. — **Agamennone, G.** *Del progresso del pendolo orizzontale a registrazione meccanica in sismometria.* Modène, 1901. Extrait in-8° de 12 pages.

3582. **Nolet, P.** *De la surchauffe et du surchauffeur Schwoerer. Résultats pratiques.* Bruxelles, 1901. Brochure in-8° de 24 pages.

3583. **Weinschenk, E.** *Vergleichende Studien über die dilute Färbung der Mineralien.* Leipzig, 1896. Extrait in-8° de 18 pages.

3584. **Van den Broeck, E.** *État actuel en Belgique de l'étude des corrélations grisouto-sismiques.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 6 pages. (2 exemplaires.)

3585. — *Nouvelles fouilles dans les grottes de Furfooz.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 6 pages. (2 exemplaires.)

3586. **Zittel, Karl A. (von).** *Ziele und Aufgaben der Akademien im zwanzigsten Jahrhundert. Rede in der öffentlichen Festsitzung der Akademie am 14. November 1900.* Munich, 1900. Extrait in-4° de 17 pages.

3587. **Becke, F.** *Erderschütterungen in Böhmen im Jahre 1897.* Prague, 1898. Extrait in-8° de 19 pages et 1 carte.

3588. **Weinschenk, E.** *Meteoritenstudien, II.* Vienne, 1894. Extrait in-8° de 5 pages.

3589. **Dufour, Henri.** *Observations météorologiques faites à la station météorologique du Champ-de-l'Air. Institut agricole de Lausanne. An 1900. XIVe année. XXVIIe année des observations météorologiques de Lausanne. Sommaire : Résumé météorologique et tableaux.* Lausanne, 1901. Extrait in-8° de 38 pages.

3590. **Delgado, J.-F.-N.** *Les services géologiques du Portugal de 1857 à 1899.* Lisbonne, 1901. Extrait in-8° de 44 pages.

3591. **Choffat, P.** *Échantillons de roches du district de Mossamedès.* (5 pages et 3 figures.)

Delgado, J.-F.-N. *Quelques mots sur la collection de roches de la province d'Angola récoltées par le révérend père Autunes.* (7 pages.)

Choffat, P. *A edade da Pedra no Congo por Xavier Stainier.* (4 pages et 1 planche.)

Gomes, J.-P. *Novos Apontamentos sobre a « Libolite » (Provincia d'Angola).* Lisbonne, 1901. (2 pages.) Extrait in-8°.

3592. *** *Congrès géologique international. Compte rendu de la VIIIe session tenue à Paris en 1900.* Paris, 1901. 2 volumes grand in-8° de 672 pages et 11 planches, et de 644 pages et 11 planches.

3593. **Delebecque, A.** *Contribution à l'étude du système glaciaire des Vosges françaises.* Paris 1901. Extrait in-8° de 15 pages et 1 planche.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Ont été présentés et élus comme tels par le vote unanime de l'Assemblée :

MM. ANDERNACK, JULES, rue Mazy, 39, à Jambes, près Namur;

SALMON, ingénieur de la ville de Bruges, à Bruges;

VAN DE CASTEELE, A., conducteur des ponts et chaussées, à Blankenberghe.

Communications des membres :

M. *Henryk Arctowski* donne lecture du travail suivant :

NOTE

SUR

LES DUNES DU CAP POLONIO

SUR LA CÔTE DE L'URUGUAY

par Henryk ARCTOWSKI
Membre du personnel scientifique de l'Expédition antarctique belge.

A l'entrée du Rio de la Plata, la *Belgica* a été arrêtée, dans sa marche vers le port de Montevideo, par un *pampero* assez violent pour que notre bateau, muni d'une simple machine auxiliaire, ne pût lutter contre le vent.

A cause de ce fait, le commandant fit jeter l'ancre dans une petite baie, près du phare du cap Polonio, où nous étions à l'abri du vent.

Le premier jour, il aurait été bien difficile de mettre une embarcation à la mer, mais le jour suivant, le 9 novembre 1897, nous avons pu faire une excursion à terre.

Ce qu'il y avait de plus intéressant sur cette côte, c'étaient les dunes. Elles étaient remarquables au point de vue de leurs formes et au point de vue de leur disposition par rapport à la côte.

Sur le croquis ci-dessous (fig. 1), le point B indique la position du bateau.

De là, on apercevait très bien une assez grande étendue de la plage ainsi que la disposition des dunes. Bien loin d'être parallèles à la côte, elles étaient rangées obliquement par rapport au rivage. Le fait me frappa au point que j'aurais beaucoup aimé de consacrer quelque temps à l'étude de ces dunes. Le soubassement est granitique. Le rocher n'apparaît qu'au cap même et dans ses environs immédiats, tandis que toute la côte est sableuse. La pente de la plage est faible. Les dunes viennent mourir sur la plage même et elles s'avancent jusque dans la mer, de sorte que le rivage est légèrement dentelé.

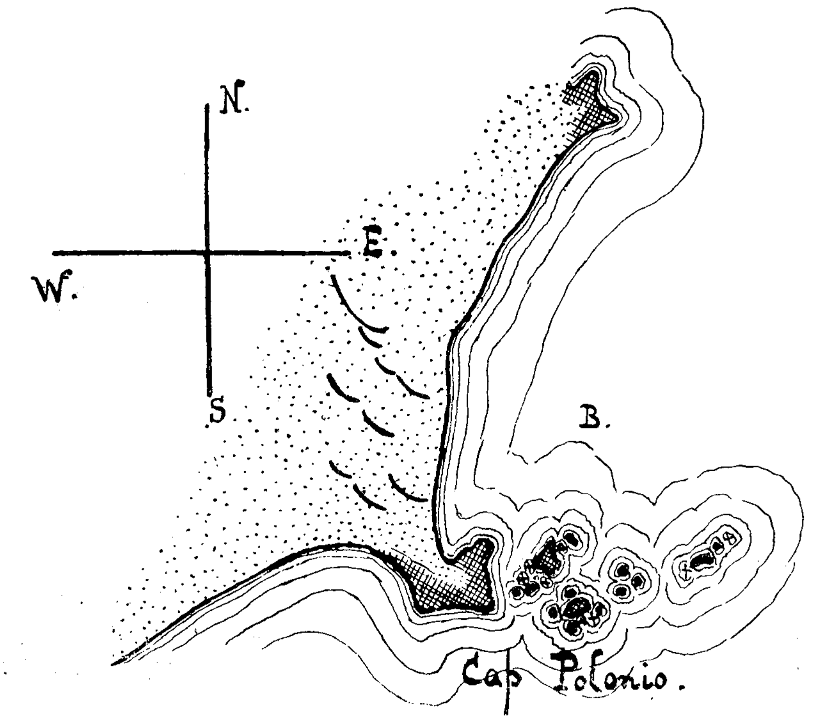


Fig. 1.

Vue du bateau, la côte paraissait être sillonnée; on aurait cru voir une élévation dans le fond et une série de petites vallées parallèles venant déboucher dans la mer et, elles-mêmes, creusées de sillons latéraux. L'apparence était tellement trompeuse que je me suis demandé, à un moment donné, ce que pouvait bien être cette érosion dans une région essentiellement sableuse. Ce n'est qu'au bout d'un temps assez

long, et grâce à un éclairage plus favorable, que je parvins à remarquer que les crêtes étaient des dunes alignées suivant des directions parallèles et de hauteur croissante vers l'intérieur du pays. Les sillons latéraux ne pouvaient être qu'une apparence due à la projection d'une dune sur la suivante, les distances ne pouvant pas être bien appréciées.

A terre, j'ai pu recueillir quelques données plus précises.

Tout d'abord, l'orientation générale des dunes est : S40° E., soit Sud-Est — Nord-Ouest.

Leur hauteur maximum est de 35 à 37 mètres. La hauteur moyenne des dunes est de 20 à 25 mètres. Les plus petites dunes ont au moins 10 mètres de hauteur. Elles vont en grandissant en s'éloignant de la côte. Elles sont toutes légèrement curvilignes; les concavités sont tournées vers le Nord-Est.

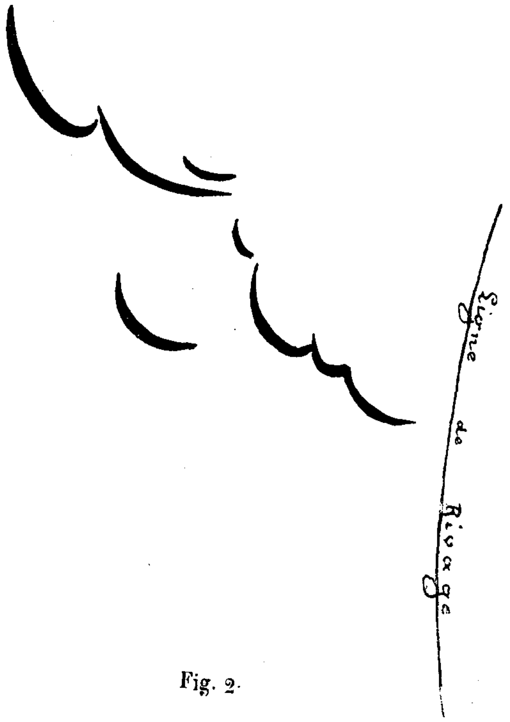


Fig. 2.

C'est du Sud-Ouest que le sable vient; la partie concave de chaque dune est donc une pente de chute qui est légèrement conique. L'alignement des dunes n'est pas toujours parfaitement rectiligne. La figure 2 ci-dessus nous démontre très bien comment elles se groupent pour former un chaînon.

Les chaînons de dunes ont des directions sensiblement parallèles.

Les dunes augmentent d'importance (hauteur et étendue) lorsqu'on va du Sud vers le Nord. J'en ai traversé cinq sur une distance d'environ 3 kilomètres. Les distances moyennes sont donc de 500 à 600 mètres. Chaque chaînon grandit en s'éloignant de la côte.

La coupe ci-dessous nous donne une idée du profil de ces dunes.

Fig. 3.

Elles sont remarquables à cause de la constance, la régularité et la simplicité des formes. Elles sont absolument dénudées; il n'y a un peu de végétation que dans le fossé qui se trouve au delà de la plus grande dune (la dernière que j'ai traversée et qui domine, du reste, également les dunes suivantes). J'ai cherché à mesurer l'inclinaison des parois de celle-ci et j'ai trouvé 31° pour la pente intérieure et 8 à 10° d'inclinaison pour la pente douce. La pente forte était légèrement concave (voir fig. 3). L'autre pente était franchement convexe, presque jusqu'au pied de la dune.

La crête — comme on peut s'en rendre compte d'après la coupe — n'était pas marquée par une saillie (comme cela est généralement le cas dans d'autres régions de dunes); la saillie se dessinait, au contraire, très nettement un peu au delà de la crête, c'était la limite de la pente forte.

En marchant, j'ai été plus d'une fois frappé par l'analogie que présentait l'aspect de ces sables avec les champs de neige. Me trouvant dans un fond et ne voyant tout autour de moi que le sable scintillant au soleil, j'avais tout à fait l'illusion des hautes régions dans les Alpes.

Au point de vue des formes, je ne sais si l'on saurait trouver un exemple de dunes plus régulières et plus simples. Pour ce qui concerne la disposition de ces dunes par rapport à la côte, elle ne peut que démontrer le fait qu'au cap Polonio les vents prédominants viennent du Sud. Les dunes du cap Polonio sont un monument naturel d'un intérêt météorologique évident, car elles démontrent que la résultante de l'action des *pamperos*, à cet endroit, est dirigée suivant l'E40° N.

M. *Henryk Arctowski* fait ensuite la communication ci-contre.

NOTICE

SUR

L'ABRASION GLACIAIRE

PAR

Henryk ARCTOWSKI.

Les preuves fournies à l'appui de la question du travail érosif des glaciers encaissés sont nombreuses. Par contre, la question de l'érosion des terres ensevelies sous la calotte de glace de l'inlandsis a été peu étudiée.

Dans cette notice, je désire signaler quelques considérations qui m'ont fait penser que les grands épanchements de glace de l'époque glaciaire ont pu dénuder des îles situées devant les côtes des terres antarctiques, tout comme l'action érosive des vagues de la mer a pu raser soit de simples îles océaniques, soit — d'après von Richthofen — des terres étendues.

Dans les régions antarctiques, l'extension des glaciers est incomparablement plus grande que partout ailleurs. Sur les côtes de la Terre de Graham par exemple, déjà par 65° de latitude, le niveau des neiges perpétuelles descend jusqu'au niveau de la mer; tandis que quelques degrés plus au Sud, sur la Terre Alexandre, les immenses glaciers qui descendent des montagnes se fusionnent et forment un pied de glace continu qui s'avance au delà du rivage.

D'un autre côté, des vestiges d'une glaciation de beaucoup plus étendue ont été découverts dans l'archipel de Palmer et sur les côtes de la Terre Danco. Les moraines anciennes découvertes dans cette région nous démontrent qu'à l'époque glaciaire, le détroit de la Belgica devait être entièrement rempli par un énorme fleuve de glace, qui se prolongait dans l'océan Pacifique d'une part et dans le golfe

de Hughes de l'autre. Il me paraît même très probable que tout l'ensemble des glaciers que déversaient ces terres devait former une plaine de glace couvrant le plateau continental de ces terres; il y aurait eu, dans ce cas, une ceinture de glace se terminant, bien au delà de la côte, sous forme de muraille.

Plusieurs faits d'observation m'ont fait penser que le travail de dénudation et de transport de cet immense épanchement de glace a dû être colossal; car les glaciers largement étalés doivent tendre à aplanir les montagnes qu'ils embrassent.

Pour fixer les idées, voici quelques faits :

a) Dans la région des canaux de la Terre de Feu, où les traces de l'ancienne extension des glaciers sont extrêmement étendues, j'ai constaté, dans l'un des fiords du canal du Beagle, une montagne formant une grande roche moutonnée et surmontée d'un monticule pointu tout à fait caractéristique;

b) En différents endroits dans les terres antarctiques découvertes par l'Expédition de la Belgica, j'ai pu voir des nunataks me rappelant le monticule pointu perché sur la montagne arrondie, sauf qu'ici le recouvrement de glace ne s'étant pas retiré, l'action de dénudation du glacier se poursuit encore de nos jours. Ces nunataks, exposés à l'action de la gelée et du rayonnement solaire, se désagrègent rapidement, et les grands blocs qui se détachent de leurs murailles s'effondrent sur la glace, qui les emporte. Les nunataks tendent donc à disparaître;

c) Un certain nombre de petites îles du détroit de la Belgica offrent un relief très particulier, en ce sens qu'elles sont pour ainsi dire entièrement recouvertes de plaines de glace aux pentes peu inclinées et qu'elles ont au milieu une ou deux montagnes escarpées qui percent le manteau de glace et qui contrastent avec le relief adouci du pourtour de l'île;

d) D'autres îlots sont non moins remarquables, à cause de ce fait que leur relief primitif semble entièrement dénudé. Ils ont effectivement la forme de gros dos de moutons, émergeant à peine de l'eau, et le plus fréquemment ils sont recouverts de calottes glaciaires.

Ces quelques faits démontrent qu'à l'époque pleistocène, la grande nappe glaciaire formée le long des côtes par l'union de tous les glaciers a pu raser des îlots montagneux. Le mécanisme est facile à comprendre.

La muraille de glace, découverte par Ross à l'Est de la Terre Victoria, a en moyenne 50 à 60 mètres de hauteur. Les sondages ayant donné des profondeurs de 190 à 250 brasses, ce grand front de glacier

doit plonger jusqu'au fond de la mer sur lequel il repose. Or, cette grande masse de glace doit s'écouler, puisque des icebergs ne cessent de s'en détacher.

A l'époque glaciaire, un glacier semblable devait s'étaler au-devant de l'archipel de Palmer. Dans ces conditions, les îles et les îlots étaient empâtés dans cette grande plaque de glace et formaient des nunataks que la glace devait contourner; et les blocs se détachant des flancs des montagnes étaient emportés par le glacier, tout comme c'est le cas pour les nunataks actuels (*b*). La glace, de son côté, érodait les parties basses, et, à l'aide des nombreux matériaux qu'elle charriait, elle décapait la base. Mais le transport des éclats de roches se poursuivant sans cesse, les falaises devaient reculer vers l'intérieur et la nappe de glace devait gagner du terrain. De la sorte, la topographie de l'îlot devenait peu à peu celle des îles décrites en (*c*), et, finalement, un simple monticule (*a*) devait subsister tant que le travail d'aplanissement n'avait pas fini par submerger ce dernier rocher. Les îles basses (*d*) proviennent donc, dans cette région d'affaissement, de l'abrasion des sommets de montagnes par les glaciers pleistocènes qui les ont cernés.

Il me semble que nous pouvons dénommer *abrasion glaciaire* ce genre particulier de dénudation.

M. *J. Bertrand,* à l'appui de la manière de voir de M. *Arctowski,* et lui donnant une application un peu différente il est vrai, présente un autre exemple d'abrasion glaciaire et de modelage : celui du relief de la Russie, où ce phénomène lui paraît très typique.

Il a envoyé pour le Procès-Verbal la rédaction suivante de sa communication :

Action des anciens glaciers sur le relief actuel de la Russie.

Les faits rapportés par M. Arctowski de ses explorations dans l'Antarctide et la théorie qu'il émet au sujet de l'« abrasion » glaciaire me décident à attirer votre attention sur le relief de la Russie d'Europe. En somme peu connue en Occident, la Russie présente des phénomènes orogéniques du plus haut intérêt. Avant les beaux travaux hypsométriques de Tillo, — depuis sa mort, ils sont poursuivis avec non moins d'activité par M. Chokalskii, — le pays russe était généralement consi-

déré ici comme une immense plaine à ondulations faibles et irrégulières.

Il n'en est rien.

Malgré le peu d'accentuation du relief russe, — on y signale des points qui dépassent 300 mètres, — la Russie est loin d'être cette cuvette à fond plat que l'on s'imaginait. On y distingue plusieurs systèmes de hauteurs séparés les uns des autres par de très larges dépressions. Je ne m'arrête pas à leur examen, et indépendamment de leur existence, je veux, pour le moment, faire ressortir la présence de deux modelés bien différents dans le relief du sol de la Russie d'Europe.

Dans le Nord, les ondulations se présentent sous un aspect moins élevé et plus large. Elles prennent l'allure de larges croupes se succédant les unes aux autres à travers des espaces sans fin. Les rivières ont un cours plat. Comme types de ces élévations, je citerai les « Ouvaly » ou « petites collines » du Nord. Je citerai également toute la partie septentrionale du système des hauteurs centrales russes, dont les paysages, à ce point de vue, sont typiques. Qui n'a entendu parler du Valdaï?

Dans le Sud de la Russie, au contraire, on rencontre un relief plus prononcé. Le sol est travaillé, raviné. Les vallées sont plus accentuées, plus sinueuses, plus étroites.

Il se fait que la délimitation entre les deux espèces de reliefs du sol russe coïncide avec la limite d'extension maxima de l'ancien glacier scandinave. (Voir carte I.)

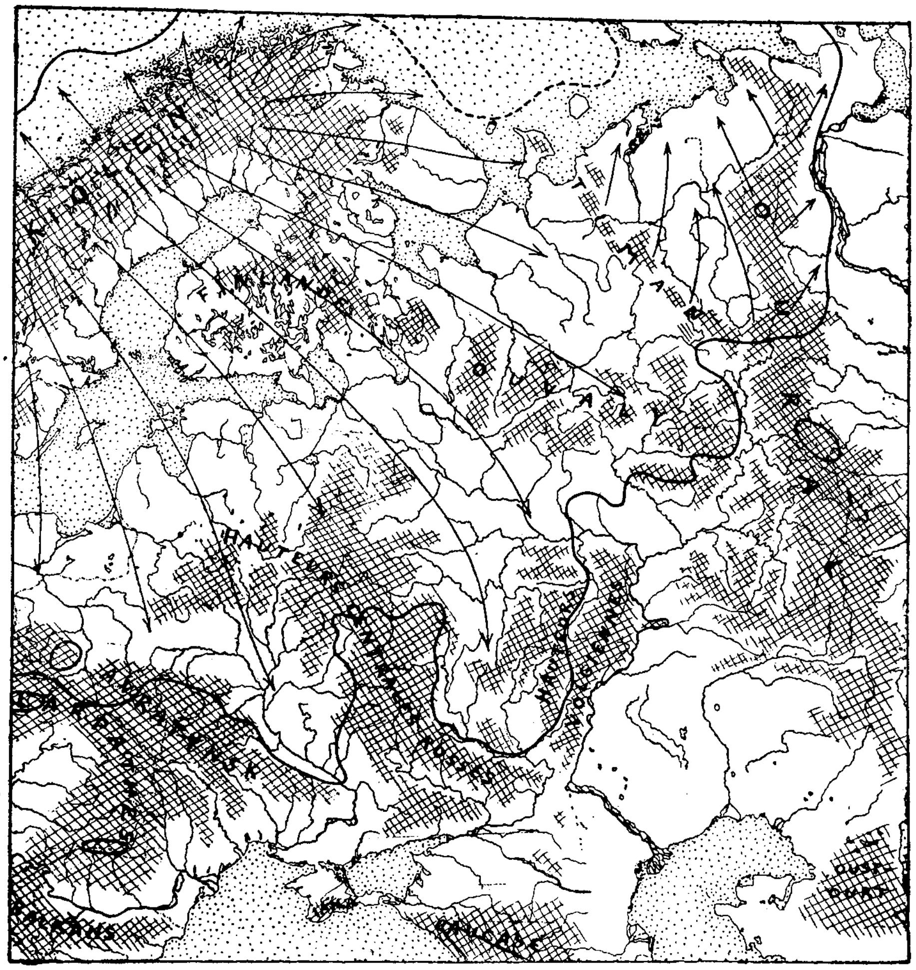
Dans le contraste orographique que nous avons sous les yeux, nous pouvons voir un exemple grandiose de cette abrasion glaciaire dont vient de nous parler M. Arctowski. Toute la contrée qui fut jadis recouverte par les glaces — et ici je ne veux pas entrer dans des considérations relatives aux diverses périodes glaciaires — est aujourd'hui affectée d'un « relief glaciaire ». Dans un tel pays, où la pente est si faible que les rivières naissantes semblent ne pas pouvoir se décider à prendre leur direction, l'érosion fluviale n'a accompli qu'un travail très faible. De grandes étendues sont restées marécageuses.

Au contraire, toute la partie de la Russie qui ne fut pas atteinte par le glacier est affectée d'un « relief fluvial » très caractéristique.

Je me bornerai à examiner aujourd'hui d'un peu plus près le système oriental des hauteurs russes : celui des collines volgiennes qui couvre l'espace compris entre les rivières Volga au Nord et, à l'Est, Oka, Tsna, Vorona, Khopièr, et Don à l'Ouest et au Sud. La configuration en est très suggestive. (Voir cartes II et III.)

La moitié occidentale de ce territoire fut submergée par la coulée de glace qui s'étendait sur les bassins de l'Oka et du Don. La ligne d'extension du glacier coïncide approximativement avec les vallées de la Soura et de la Miédviéditsa. A l'Ouest de ces vallées, nous consta-

Carte I. — Schéma de la disposition des hauteurs de la Russie.

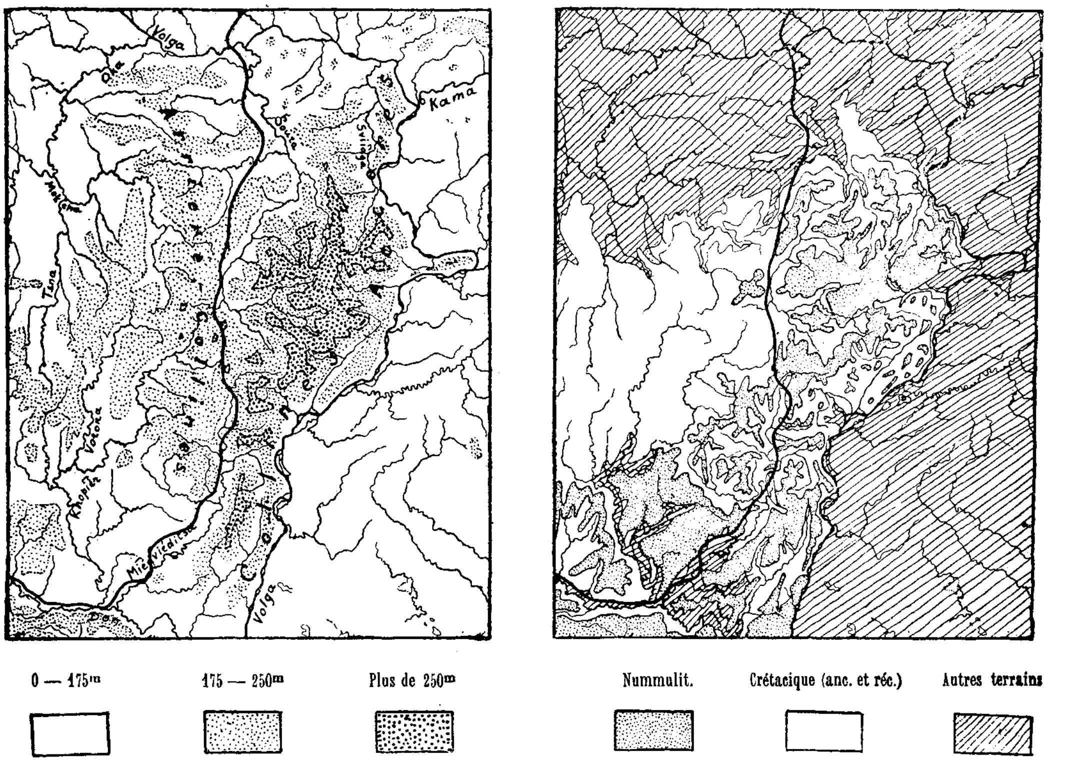


——— Limite probable de la plus grande extension du glacier scandinave.
———> Direction de la coulée de glace.

tons, en effet, un modelé beaucoup moins accentué qu'à l'Est. J'ai dénommé ce groupe occidental « arrière-collines volgiennes à modelé glaciaire » par opposition au groupe oriental que j'appelle « collines accores de la Volga à modelé fluvial ».

A l'examen des arrière-collines volgiennes, j'ai constaté que leur altitude moyenne augmente du Nord au Sud (de 190 mètres environ au Nord à plus de 200 mètres au Sud). L'explication, j'ai cru la trouver dans ce fait que plus la langue de glace avançait vers le Sud, plus elle devenait mince; par conséquent, sa puissance d'abrasion devenait de plus en plus faible.

Cartes II et III. — Esquisses hypsométrique et géologique des hauteurs volgiennes.



(Courbes approximatives.) —— Limite approximative de l'extension des glaces pendant la période de plus grande glaciation.

Échelle : 1 à 10,000,000.

Dans les collines accores de la Volga, l'altitude moyenne maximum se trouve vers le centre (250 mètres) et diminue suivant la direction des vallées fluviales.

Le fait que la rivière Soura, de même que la petite rivière Sviiaga, un peu plus à l'Est, ont leur versant droit plus accidenté que leur versant gauche avait été expliqué de façon un peu téméraire : de même que la Volga s'est sculpté ses superbes falaises en érodant constamment sa rive droite à cause du mouvement de rotation de la terre, de même que tous les fleuves de l'hémisphère Nord ont une tendance à

éroder leur rive droite, de même ces deux petites rivières transporteraient peu à peu leur lit vers la droite. Cette explication est assurément fausse : 1° parce que ces rivières sont trop petites et de trop faible débit; 2° parce que la rivière Miédviéditsa, qui se trouve un peu au Sud dans des conditions analogues, en semblant éroder sa rive gauche, mettrait en défaut la théorie dont la vérité est pourtant bien acquise.

Cet examen particulier et purement orographique du système des collines volgiennes parle en faveur du puissant rôle que jouent les glaces dans le modelé terrestre.

Une dernière considération, d'ordre géologique, me paraît décisive.

Dans tout le Sud de la Russie, on voit d'immenses dépôts des époques oligocène et éocène recouvrant les terrains du système crétacique récent. Celui-ci apparaît en général dans les vallées, et ce sont les parties élevées du pays qui ont conservé en plus grande partie les dépôts nummulitiques.

Le groupe des collines accores de la Volga — c'est-à-dire donc la partie du système considéré où l'on ne trouve pas trace de glacier — est sillonné de vallées fluviales dont les dépôts tertiaires ont été enlevés. Ceux-ci, au contraire, ont subsisté sur toutes les hauteurs. Les dépôts oligocène et éocène de ce groupe sont répartis suivant l'altitude : de même que celle-ci va en diminuant du centre vers les extrémités, obéissant en cela à l'érosion des rivières, de même les dépôts oligocène et éocène se trouvent en plus grande abondance au centre. Ils obéissent au même phénomène d'érosion en diminuant dans la direction des vallées.

Le groupe des arrière-collines volgiennes et la dépression Oka-Don, qui furent jadis submergés par les glaces, ne présentent que très peu de dépôts tertiaires. De tout le territoire recouvert autrefois par la coulée Oka-Don, la partie Sud seulement et quelques endroits latéraux montrent, toujours sur des saillies du sol, des dépôts nummulitiques. Le Crétacique se développe pour ainsi dire sur toute l'étendue comprise entre les collines volgiennes et les hauteurs centrales russes.

L'érosion ou mieux l'abrasion fut la plus effective dans l'axe de la coulée. Celui-ci correspond à peu près à la vallée de la Tsna. Sur les parties latérales et surtout dans le Sud, l'action de la glace fut moindre : 1° parce que plus la feuille glaciaire s'épanchait vers le Sud, plus elle s'amincissait, perdant ainsi de sa puissance d'abrasion; 2° parce que la durée d'existence du glacier fut plus courte au Sud, sur les bords du Don moyen actuel que plus au Nord, sur les vallées actuelles de la Vorona, de la Tsna, etc.

Le phénomène de différenciation dans le relief de la Russie s'impose par l'étude orographique et géologique du sol. L'explication gît bien, je pense, dans l'existence d'un modelé glaciaire et d'un modelé fluvial, dans le rôle de nivellement, d' « abrasion » que jouent les glaces à la surface terrestre.

Au sujet de la communication de M. *Arctowski*, M. *Van den Broeck* pose à celui-ci la question de savoir si les pitons qui se présentent aujourd'hui, dans les niveaux supérieurs montagneux des régions antarctiques, comme n'ayant pas subi l'action de compression, de moutonnement et de polissage ayant affecté les plateaux environnants, d'où ils émergent avec leurs formes abruptes et caractéristiques, n'auraient jamais été englobés, alors, par exemple, qu'ils étaient plus complets et de formes différentes sous le très épais manteau de glace qu'il faut certainement évoquer pour les glaciers antarctiques.

Rien ne lui paraît s'opposer à ce qu'ils aient primitivement été immergés au sein de ces glaciers et que c'est seulement après leur retrait ou leur diminution d'épaisseur que les parties les plus proéminentes, les premières dégagées évidemment, auront commencé à subir les phénomènes *ordinaires* d'abrasion aérienne et climatérique qui les font maintenant contraster si vivement avec les parties rocheuses plus tabulaires et arrondies des plateaux dont ils forment les sommets en haut relief.

S'il n'en est pas ainsi et si ces rocs à surface aujourd'hui non moutonnée ni arrondie *émergeaient* réellement de la glace, n'est-ce pas restreindre l'épaisseur des grands glaciers antarctiques à des dimensions bien minimes et peu compatibles avec ce que montre l'ensemble des glaciers antarctiques actuels?

M. *Arctowski* exprime le regret de manquer de données suffisantes pour répondre complètement à cette question; il est toutefois d'accord avec M. *Van den Broeck* pour admettre que les anciens glaciers devaient présenter une forte épaisseur. Seulement, leur base réelle ne reposait nullement sur les plateaux d'où émergent les pitons signalés tantôt. Ils descendaient dans les bas-niveaux et dans les fonds, chenaux et lits marins à partir desquels doit s'apprécier leur épaisseur totale. Quant aux pitons d'altitude élevée, à surfaces rocheuses non « glacialisées », M. Arctowski pense que réellement ils n'ont jamais été englobés dans la masse du plus complet épanouissement des glaciers antarctiques.

Relativement aux conclusions fournies, pour ce qui concerne la

Russie, par M. *Bertrand*, M. Arctowski estime qu'il ne peut pas les admettre entièrement.

Il est certainement heureux de voir appuyer, par des faits tirés d'autres régions que l'Antarctique, la thèse de l'abrasion glaciaire, mais il pense que M. Bertrand se trouve ainsi entraîné plus loin et dans des conditions de moindre évidence que celles du domaine plus localisé où M. Arctowski a cru devoir se confiner. Il pense d'ailleurs qu'il ne serait pas difficile d'opposer certaines objections aux vues qui viennent d'être exposées au sujet des phénomènes de glaciation dans le continent européen.

Sur la proposition de M. le *Président*, cette discussion sera reprise ultérieurement quand les notes de MM. Arctowski et Bertrand seront imprimées.

M. *H. Buttgenbach* fait ensuite le communication suivante :

NOTE

SUR

QUELQUES CRISTAUX PROVENANT DE GISEMENTS BELGES

PAR

H. BUTTGENBACH

Les cristaux que je vais décrire proviennent de gisements belges, font partie des collections de l'abbaye de Maredsous et ont été mis à ma disposition par le directeur de ce musée, notre confrère dom Grégoire Fournier.

GALÈNE (*Frasnes lez-Couvin*).

Sur calcite en rhomboèdres e^1. Ces cristaux ont 4 à 6 millimètres de hauteur et présentent très nettement le cuboctaèdre pa^1.

PYRITE (*Bourlet*).

Très petits cristaux jaunes, irisés, sur schistes houillers. Leur forme ordinaire est le cube p modifié par l'octaèdre a^1. Un cristal ayant à

peine 1 millimètre de hauteur m'a nettement permis de déterminer, en plus des formes p et a^1, le trapézoèdre $a^{5/2}$, dont les faces constituent de fines troncatures sur les arêtes pa^1.

MESURÉS.	CALCULÉS.
$pa^{5/2} = 29°22'$	29°29'46"
$a^{5/2}a^{5/2} = 43°9'$	43°20'30"

J'ai déjà signalé cette forme $a^{5/2}$ sur des cristaux d'Andenelle (*).

CHALCOPYRITE (*Mazy*).

Beaux cristaux jaune d'or sur calcite b^1d^2, prismatiques, terminés aux deux extrémités. La figure 1 représente un de ces cristaux ayant 2 millimètres de hauteur; il offre la combinaison :

$$m.\ b^{1/2}.\ b^1.\ p.\ a^1.\ a^2.\ A^1.\ A^2.\ a_2.\ A_2.$$

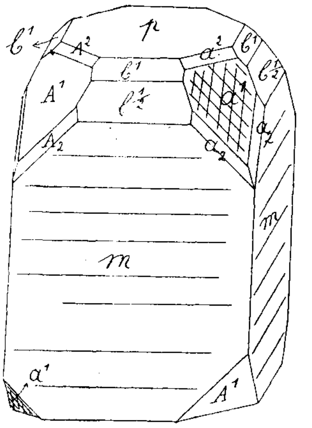


FIG. 1.

On voit que le cristal est terminé différemment à chaque extrémité de l'axe vertical, de sorte qu'il semble présenter la symétrie antihémiédrique (A^4, 2P, 2P') du système quadratique. Mais l'absence sur les faces a^1 des stries parallèles à m que présentent les faces A^1 montre bien la tendance du minéral à prendre la symétrie sphénoédrique (A^2, $2L^2$, 2P') du même système.

(*) H. BUTTGENBACH, *Description de quelques cristaux du sol belge.* (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XXVIII, 1901, p. 199.)

Voici le tableau des incidences.

	MESURÉS.	CALCULÉS.
pb^1	44°29′	44°34′28″
$pb^{1/2}$	63°20′	63° 5′34″5
pa^2	35°	34°51′50″
pA^2	35°19′	
pa^1	54°24′	54°20′
pA^1	54°17′	
ma^1	54°55′	54°56′15″
mA^1	54°35′	
ma_2	35°19′	35°28′
mA_2	35°10′	

La chalcopyrite n'a pas encore été signalée à Mazy. L'échantillon que je viens de décrire a été trouvé par M. Ch. Lejeune de Schiervel.

BLENDE (*Bleyberg*).

Ces cristaux, brun foncé, très facilement clivables, sont implantés sur du quartz. Leur forme prédominante est le rhombododécaèdre b^1. Cependant, sur un de ces cristaux, j'avais cru voir le rhombododécaèdre modifié sur un angle par les faces d'un tétratrièdre ou d'un tétra-

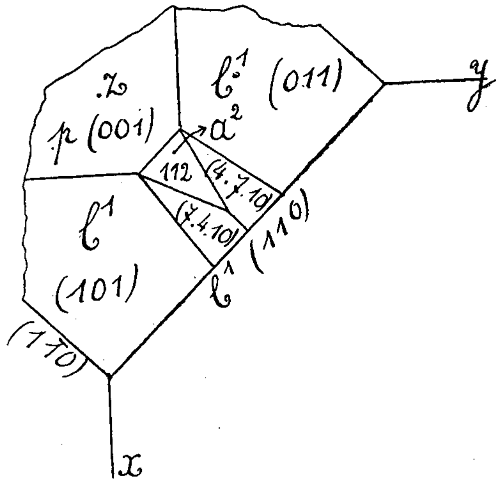


FIG. 2.

hexaèdre. Ayant voulu détacher ce cristal, je l'ai malheureusement brisé en plusieurs morceaux à cause d'une très grande facilité de clivage qu'il présentait. Cependant, j'ai pu recueillir un éclat d'environ 2 millimètres de dimension et qui est représenté par la figure 2 en

projection orthogonale sur p (001). J'ai déterminé sur cet échantillon les faces b^1, p, a^2 et $(b^{1/4}\, b^{1/7}\, b^{1/10})$. Cette dernière forme n'a pas encore été signalée dans les formes dérivant du cube. Elle est représentée sur le cristal en question par deux petits triangles situés chacun entre a^2 (112) et une face b^1. Pour la déterminer, nous sommes partis des angles :

$$s'.\,b^1(101) = \alpha = 20^\circ 35'$$
$$s'.\,b^1(110) = \beta = 52^\circ 48'$$
$$s'.\,b^1(1\bar{1}0) = \gamma = 80^\circ 23'$$

En posant

$$q = \frac{\cos\beta}{\cos\gamma} = 3{,}61915, \quad q' = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 1{,}5484,$$

on a :

$$\frac{h}{k} = \frac{q+1}{q-1} = 1{,}7637.$$

En prenant :

$$\frac{h}{k} = \frac{7}{4},$$

on a :

$$\frac{l}{k} = \frac{11q' - 7}{4} = \frac{10}{4}.$$

La face (7.4.10) appartient aux zones p (100). $a^{5/2}$ (225) et a^1 (111). s (213). b^2 (102).

Cette forme est très voisine de $s = b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3}$. Mais les faces de cette dernière forme font partie des zones $a^2\, b^1$. D'ailleurs les incidences suivantes précisent leur distinction :

	s(213)	s'(7.4.10)	Mesures.
b^1(101)...........	19° 6′24″	20°38′21″	20°35′
b^1(110)...........	55°27′45″	52°43′59″	52°48′
b^1(1$\bar{1}$0)...........	79° 6′24″	80°29′40″	80°23′
a^2(112)	10°53′36″	9°51′17″	10°13′
p(001)...........	36°41′57″	38°52′36″	38°14′
s(123)...........	21°47′12″	×	19°23′
s'(4.7.10)	×	19° 0′40″	

L'absence des faces a^1 ou A^1 ne permet pas de déterminer le signe de cette nouvelle forme.

PYROMORPHITE (*Vedrin*).

Renseignée déjà par M. G. Cesàro (*) en prismes hexagonaux non modifiés. J'en ai trouvé des cristaux dont les arêtes horizontales du prisme étaient modifiées par b^1 et b^2.

	MESURÉS.	CALCULÉS.
mb^1	49°38′	49°30′
mb^2	66°58′	66°42′

CALCITE (*Landelies*).

La calcite de Landelies a déjà été décrite par M. E. Renault (**), qui y a reconnu les formes

$$d^4.\ d^{3/2}.\ d^{7/4}.\ p.\ e^{5/2}.\ e^3.\ b^1.\ e^2,$$

avec macles par rapport à la base a^1.

Le cristal que je vais décrire et qui est représenté par la figure 3 est caractérisé, comme les autres cristaux de la même localité, par le scalénoèdre d^4; mais le plan de macle est e^1 et, de plus, il présente des faces d'un scalénoèdre $D = 641 = d^{1/7}\ d^1\ b^{1/11}$ qui n'a pas encore été rencontré dans les calcites belges.

Ce cristal a près de 2 centimètres de hauteur mesurée suivant le plan de macle. Il est brun, et ses faces, très ternes, ne permettent guère de bonnes mesures. J'ai eu beaucoup de peine à déterminer les incidences des faces, et si je suis parvenu à l'orienter, c'est en prenant pour chaque face un très grand nombre de mesures, tantôt au goniomètre d'application, tantôt au goniomètre de Wollaston; avec ce dernier instrument, j'ai usé de tous les moyens pour obtenir des images, et les chiffres indiqués dans cette description sont les moyennes de toutes les mesures que j'ai faites (j'indique toujours les angles polaires).

Enfin, comme vérification, j'ai aussi mesuré au microscope les angles plans sur certaines faces, ce que j'ai pu faire exactement en fixant le cristal sur un porte-objet à l'aide de cire et en tâtonnant jusqu'à ce que tous les points de la face sur laquelle j'expérimentais fussent bien au point.

(*) G. CESÀRO, *Description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge.* Mémoire couronné par la Classe des sciences de l'Académie de Belgique, 1897, p. 13.

(**) E. RENAULT, *La calcite de Landelies.* (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XX, 1892-1893, p. 75.)

Détermination du plan de macle.

Ce plan est e^1 et a pu être déterminé très exactement à l'aide des faces de clivage :

	MESURÉS.	CALCULÉS.
p_2p_2 (hém.)	78°52′	78°51′
p_3p_3 (hém.)	35°31′	35°27′41″.

Détermination de d⁴.

En fixant le cristal sur un porte-objet de façon que le plan de macle soit perpendiculaire au porte-objet, j'avais observé que l'angle de la

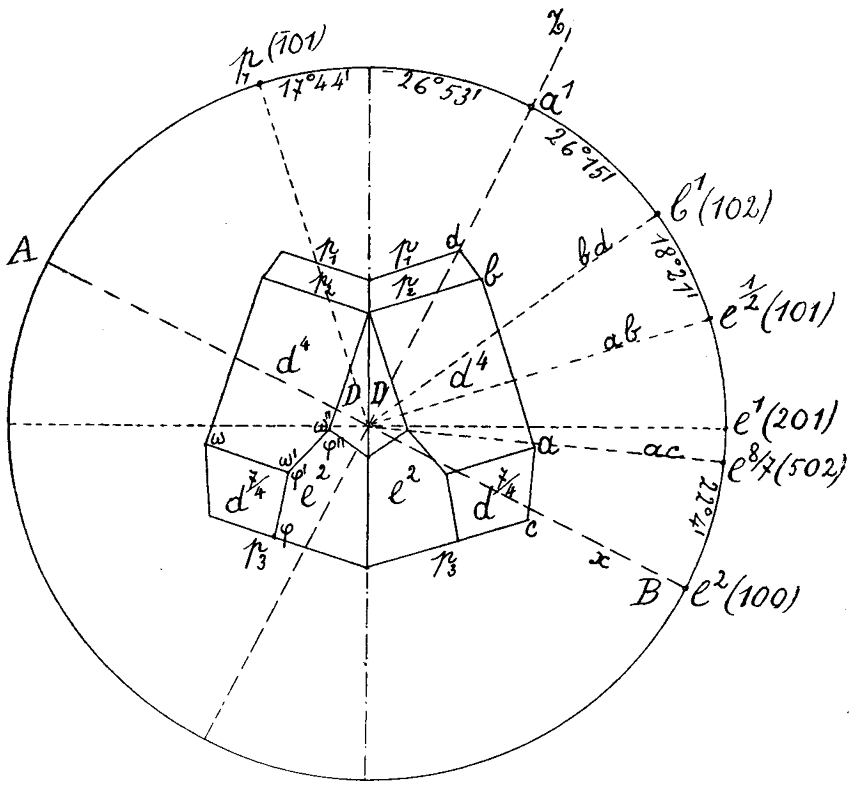


FIG. 3.

face p_3 avec l'arête *ab* était droit; *ab* serait donc modifié par le rhomboèdre inverse $e^{1/2}$, car :

$$p_3e^{1/2} = 90°46'52''.$$

Dans ce cas, le scalénoèdre d^m perpendiculaire à p_3 étant d^4, il me restait à vérifier si les larges faces rectangulaires du cristal étaient dans la zone p_2p_3; d'ailleurs les angles suivants ont permis d'enlever tout doute sur la notation indiquée.

	MESURÉS.	CALCULÉS.
p_3d^4	90°30′	90°36′24″
d^4d^4 sur $e_{1/2}$	78°42′	78° 4′41″
d^4d^4 (hém.)	94°32′	94°52′23″.

Contrairement aux faces de même notation d^4 des autres cristaux de Landelies, le cristal que je décris a ses faces rugueuses, sans aucune strie.

Détermination de $d^{7/4}$.

Ce scalénoèdre a été déterminé en mesurant l'angle que l'une de ses faces fait avec $p_3(10\bar{1})$, et aucun doute n'a plus existé sur sa notation par suite de la vérification apportée par les autres angles mesurés et renseignés dans le tableau suivant :

	MESURÉS.	CALCULÉS.
$p_3d^{7/4} = \alpha$	72°	72° 8′ 7″
$d^{7/4}d^{7/4}$ sur $e^{8/7} = \beta$	73°37′	73°40′13″
$d^{7/4}d^{7/4}$ (hém) $= \gamma$	105°45′	105°47′36″.

De plus, le rhomboèdre inverse, qui est tangent à l'arête sur e d'un scalénoèdre $d^{\frac{m}{n}}$, a pour notation $e^{\frac{2n}{m}}$. La troncature de l'arête ac du scalénoèdre $d^{7/4}$ est donc $e^{8/7}$. Or, $e^{1/2}e^{8/7} = \delta = 23°19'6''5$, et la mesure de cet angle a donné 23°.

Les scalénoèdres $d^{\frac{m}{n}}$ connus les plus voisins de $d^{7/4}$ sont $d^{9/5}$ et $d^{5/3}$, dont les troncatures sur e sont respectivement $e^{10/9}$ et $e^{6/5}$. Les angles calculés suivants montrent bien que nous devions choisir $d^{7/4}$ pour notation :

	$d^{9/5}$.	$d^{5/3}$.
α	72°59′34″	70°42′20″
β	74° 4′30″5	72°54′25″
γ	105°35′52″	106° 3′28″
δ	22°16′34″	25° 9′19″.

Détermination de e^2.

Cette face $e^2(110)$ a été très exactement déterminée par les angles qu'elle fait avec p_2 et p_3.

	MESURÉS.	CALCULÉS.
$p_2.\,e^2$	45°	45°23′26″
$p_3.\,e^2$	69°	69°27′11″
$e^2.\,e^2$ (hém.)	53°20′	52°58′21″
$e^2.\,d^{7/4}$	27°19′	27° 7′14″5.

Détermination de D.

On avait mesuré pour cette face :

$$p_2.\,\mathrm{D} = \alpha = 38^\circ. \qquad p_3.\,\mathrm{D} = \beta = 90^\circ.$$

La valeur de l'angle β montre que la face D appartient à la zone $d^4(543)$, $d^4(1\bar{4}3)$, dont l'équation est : $2h = k + 2l$. En effet, l'axe de cette zone (droite *ab* de la figure) est exactement perpendiculaire à p_3 si l'on suppose

$$s = \frac{3}{4}\frac{a^2}{c^2} = 1 \text{ (*)}.$$

En partant de l'angle α, on a ensuite :

$$\frac{z}{y} = 0{,}1695886 \qquad \text{avec } 2x = y + 2z.$$

En prenant

$$\frac{z}{y} = \frac{1}{6},$$

on a :

$$xyz = 461.$$

C'est la face antérieure de gauche du scalénoèdre direct $\mathrm{D} = d^{1/7}d^{1}b^{1/41}$. Ce scalénoèdre n'a pas encore été signalé dans les cristaux de calcite

(*) La valeur exacte de s étant 1,02764, l'axe de zone fait en réalité avec p_3 un angle de 89°13′.

belges. Son pôle se trouve sur la projection stéréographique à l'intersection des zones $e^2d^{5/2}$, d^2a^1, e^3e^2 *lat.* Voici le tableau de correspondance des angles :

	MESURÉS.	CALCULÉS.
D. p (111)	38°	38°12′53″
D. p (10$\bar{1}$)	90°	89°47′40″
D. d^4 (543)	35° 2′	35°38′ 9″
D. $d^{7/4}$ (11.7.3)	39°55′	39°25′32″
D. e^2 (110)	22°15′	21°52′10″
D. D. (hém.)	28°45′	29° 1′42″.

Comme vérification des notations précédentes, nous avons mesuré au microscope les angles plans sur quelques faces. Voici ces angles (vrais) :

	ω	ω'	ω''	φ	φ'	φ''
Mesurés	90°	129°	141°	90°	146°30′	104°
Calculés	89°31′	128°45′	141°45′	89°15′	147°10′	104°26′

Construction de la figure 3.

Cette figure est une projection orthogonale sur $d^1(120)$; le plan du dessin est donc perpendiculaire au plan de macle, dont la trace est verticale. Voici comment on dessine le cristal de droite, le cristal de gauche étant symétrique par rapport au plan de macle.

L'axe des z (axe ternaire) fait avec la trace du plan de macle un angle de 26°53′ (*); l'axe des y se projette au centre et l'axe des $+x$ se projette sur AB, vers B; dans la calcite, en supposant $c = 50$, on a $a = 58,66$, et la projection de ce paramètre a de l'axe des x sur AB sera $a' = a \cos 30° = 50,80$.

Le pourtour du cristal s'obtient aisément en observant que bd, ba et ac sont respectivement les projections des faces b^1, $e^{1/2}$ et $e^{8/7}$; or, $a^1b^1 = 26°15'$, $b^1e^{1/2} = 18°21'$ et $e^{8/7}e^2 = 22°4'$.

La projection de l'arête d'intersection de deux faces (hkl) et $(h'k'l')$ est parallèle à la droite joignant le centre au point qui a pour coordonnées $(kl' - lk')a'$, $(hk' - kh')c$.

Glain (Liége), le 21 décembre 1901.

(*) Cet angle est à très peu près, l'angle de a^1 avec a^4.

M. *le Président* fait ensuite les deux communications suivantes :

A. Rutot. — Sur l'âge de la Glauconie de Lonzée.

En attendant la rédaction du mémoire relatant en détail les nouvelles observations effectuées, M. Rutot résume son travail en faisant remarquer que l'âge de la glauconie de Lonzée avait surtout été établi, jusqu'ici, par la présence de nombreux échantillons de Bélemnites que l'on rattachait à *Belemnitella quadrata*, d'où conclusion à l'âge hervien du dépôt.

M. Rutot a étudié la faune à nouveau et a reconnu que l'on ne se trouve pas en présence de *Belemnitella quadrata*, mais bien de *Belemnitella Westphalica* Schlüt, qui, en Westphalie, caractérise la transition du Turonien au Senonien.

D'autre part, la présence, à Lonzée, de nombreux *Actinocamax verus* tend encore à montrer qu'il est question d'une couche d'âge plus ancien que le Hervien, et ces deux faits sont énergiquement renforcés par l'étude des autres Mollusques et surtout par celle des Ostracés, qui se rapportent plutôt à des formes turoniennes et même cénomaniennes qu'à des formes sénoniennes.

En présence de ces affinités anciennes, M. Rutot est d'avis qu'on ne peut placer la Glauconie de Lonzée plus haut que le sommet du Turonien.

M. A. Rutot. — La boucle de Profondeville.

La Meuse actuelle décrit, en face de Profondeville, une courbe très accentuée, qui a dû être bien plus importante encore à l'époque quaternaire, car la courbe actuelle se complique d'une boucle très nette, au milieu de laquelle s'élève le monticule isolé du bois de Hulle.

M. Rutot a étudié directement ou par sondages la boucle ancienne et il en donne au tableau une esquisse géologique.

Dans le Mémoire qu'il prépare, l'auteur compte démontrer que la boucle a existé pendant le Moséen et qu'elle a cessé de s'approfondir au début du Campinien. A l'époque hesbayenne, tout se trouvait déjà dans les dispositions actuelles.

M. *le Secrétaire général* donne lecture de l'extrait ci-dessous d'un article de l'*Étoile Belge* du 30 novembre et consacré aux nouvelles extensions des Musées royaux de Cinquantenaire.

Après s'être étendu sur les sections nouvelles à créer et sur les projets, en vue desquels un premier crédit de deux millions vient d'être voté récemment par les Chambres, l'article de l'*Étoile Belge* continue ainsi :

« Ce n'est pas encore tout : dans l'aile droite, les locaux actuellement occupés par la peinture décorative et les industries d'art seront réservés à un *Musée d'hygiène et de matériaux de construction*, dans le genre de celui qui existe à Vienne et qui rend les plus grands services aux ingénieurs, aux architectes, aux entrepreneurs et gens de métiers variés, à tous ceux, en un mot, qui s'occupent là-bas de travaux publics et de constructions particulières. »

Il ajoute que la Société belge de Géologie ne peut qu'être fière de la décision qui vient d'être prise; il fait remarquer, en effet, que le Musée non seulement sera constitué avec les matériaux déjà recueillis par la Société, qui ont figuré à l'Exposition internationale de Bruxelles, en 1897, et offerte ensuite au Département des Travaux publics, mais qu'il constituera la réalisation de l'idée qui a pris naissance en 1896 au sein de la Société et qui y a fait l'objet d'études prolongées.

M. *Van den Broeck* rappelle à ce sujet qu'une Commission officielle d'organisation avait été projetée par le Département et qu'enfin un certain nombre de membres de la Société belge de Géologie devaient, d'après la promesse bienveillante de M. le Ministre, en faire partie.

Il conviendra de se remettre bientôt en relations directes avec le Département, afin que la Société soit, dans l'intérêt de l'œuvre, qui est sienne, équitablement représentée dans les rouages de la direction ou tout au moins du Conseil scientifique du futur Musée belge de matériaux de construction.

M. *le Président* lit enfin l'extrait ci-dessous de la *Technologie sanitaire* du 15 juin 1901.

Une distribution d'eau alimentaire à Landen.

Sur les instances de l'administration communale de Landen, le service voyer provincial a mis à l'étude un projet de distribution d'eau en vue d'assurer l'alimentation de cette commune. Le projet qui s'élabore présentement est basé sur le captage des eaux du *limon hesbayen*. Les eaux

amenées dans les galeries seraient ensuite refoulées à l'aide de machines. Étant donné le vif désir des édiles d'aboutir à une prompte solution, on peut affirmer que le projet définitif ne tardera pas à être soumis aux autorités compétentes. Dès à présent, nous pouvons dire que la dépense résultant du projet s'élèvera à la somme d'une grosse centaine de milliers de francs.

(Extr. de la *Technologie sanitaire,* 6e année, nº 22, 15 juin 1901, p. 533.)

A cette occasion, M. le Président ne peut qu'exprimer le regret de ce que la Géologie ne soit pas consultée dans des questions de cette nature et de cette importance. Il est prouvé, en effet, que la circulation des eaux est nulle ou très faible pratiquement dans le limon hesbayen, qui, par places, a une épaisseur pouvant aller jusqu'à 15 mètres. L'administration communale de Landen s'expose donc à de sérieux mécomptes si elle accepte sans contrôle scientifique le projet présenté par le service voyer provincial.

La séance est levée à 10 heures 40 minutes.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 DÉCEMBRE 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Profr O'Reilly. — **Réduction de la côte Irlandaise.** (*Royal Irish Academy*, décembre 9, 1901.)

Vers la fin de la période pléistocène, de vastes forêts couvraient le plateau de *drift* qui bordait la mer à l'Ouest de l'Irlande. On en a conclu que les terres émergées existaient, à cette époque, à l'Ouest, soit sous forme de plateau, soit sous forme d'une ligne d'îles qui devaient protéger la croissance des arbres, car celle-ci est aujourd'hui impossible par suite de la violence des vents qui soufflent de l'Océan. D'un autre côté, MM. Newton et Teall, en étudiant des couches de lave qui couvrent le Frans-Joseph Land, croient pouvoir admettre l'existence, dans une période géologique antérieure, d'un immense plateau basaltique, dont faisaient partie les îles suivantes : Spitzberg, Jean

Mayen, Islande, Groenland, les Hébrides et le Nord de l'Irlande. Ces îles se seraient isolées par suite de la dissociation du plateau. Le professeur O'Reilly cherche à suppléer au manque de renseignements au sujet des modifications subies par la côte de l'Irlande, au moyen de celles que l'on a pu établir sous les côtes de l'Écosse, des Cornouailles et de la France. Il montre que la réduction a été beaucoup plus grande qu'on le croit généralement, et surtout pour les îles qui bordent l'Irlande à l'Ouest, au Sud-Ouest et au Nord-Ouest. Il propose subsidiairement de constituer un service permanent chargé d'étudier les modifications côtières et surtout d'établir des *repères* fixes, comme cela a été fait pour les côtes scandinaves. V. D. W.

ALF. HARKER. — **Les anciens glaciers de Skye (Écosse).** (*Ice erosions in the Cuillin Hills of Skye,* GEOLOG. TRANS. ROY. SOC. EDIMB., vol. XL, part II, 1901. Voir NATURE, décembre 26, 1901.)

Les montagnes de Cuillin, au Sud et au Sud-Ouest de Skye, s'élèvent à une hauteur de 3 000 pieds. Elles sont constituées par une énorme masse laccolithique de gabbro, traversée par de nombreuses *dykes* et couches de basalte. Au Nord des Cuillin se trouvent les *Red Hills* aux contours plus arrondis; ces collines sont composées de granophyre et de granite et ne dépassent pas 2 500 pieds. On sait, depuis plusieurs années, que ce district montagneux a subi autrefois une glaciation intense, et c'est l'histoire de celle-ci que M. Harker vient de reconstituer. Il montre que la dénudation subaérienne de ce district remonte à une époque très reculée dans les temps géologiques, et que le système d'écoulement des eaux s'était établi d'une façon caractérisée bien avant les temps glaciaires. Par contre, depuis ceux-ci, les modifications causées par les agents météorologiques ont été relativement faibles.

Pendant le maximum de glaciation, les montagnes du pays de Skye étaient couvertes par une calotte glaciaire, dont le développement était assez considérable pour résister aux glaciers venant de l'Écosse et pour les repousser en partie vers le Nord et en partie vers le Sud. L'auteur retrouve les traces du mouvement des couches profondes de la calotte glaciaire dans les stries qui existent encore à la surface des roches, et dans le transport des blocs glaciaires. Il est probable que les couches supérieures ne suivaient pas aussi exactement les formes des terrains

que les couches inférieures. Il appelle l'attention sur la formation des cirques, ou *corries*, et sur leurs rapports avec leur exposition au soleil. L'érosion glaciaire de bassins rocheux, tels que ceux occupés par Loch, Coruisk, et les autres *lochs* et *tarns* est démontrée d'une façon très claire et fournit un argument très important pour ce mode de formation géologique.

Il résulte des études de M. Harker que la période principale de glaciation a été suivie par une période analogue moins accentuée et pendant laquelle des glaciers occupaient les vallées; mais il n'est pas toujours possible de fixer l'action respective des glaces pendant les deux époques. Cependant, le mouvement des glaces de l'époque récente diffère beaucoup dans les terres basses, par suite de la disparition de la couche de glace qui couvrait l'Écosse. Les sommets et les crêtes des montagnes montrent peu de traces de glaciation, probablement parce que les parties supérieures constituaient des lignes de partage entre les couches de glace en mouvement et que, par conséquent, il ne s'y rencontrait pas de blocs rocheux pour user les roches sous-jacentes. L'absence d'alluvions couvrant les roches a permis à M. Harker de déterminer de façon très nette l'érosion glaciaire de l'île de Skye, et, par suite de sa connaissance parfaite de la pétrologie de la contrée, il a pu établir l'origine et la marche de la plupart des blocs glaciaires.

V. D. W.

Ed. Lippman. — Petit traité de sondage.

M. Ed. Lippman, l'ingénieur-sondeur bien connu, vient de publier une deuxième édition de son *Petit traité de sondages* (1). Les travaux de l'espèce, intéressant au plus haut point notre Société, nous tâcherons de résumer succinctement l'ouvrage si intéressant de notre confrère. Les sondages sont aujourd'hui liés si intimement aux levés géologiques que ces derniers ne pourraient plus se faire d'une manière sérieuse, dans les pays de plaines, sans leur concours. Ils sont d'autant plus nécessaires dans les régions dépourvues de tous reliefs, que les dépôts quaternaires y ont une épaisseur souvent considérable et qu'ils dérobent les formations plus anciennes aux investigations des géologues.

(1) *Petit traité de sondages*. Paris. Librairie Bernard Tignol, 53*bis*, quai des Grands-Augustins.

La première partie de l'ouvrage de M. Lippman est consacrée à la composition de la sonde, tiges, engins de manœuvre, outils de forage, différents, ceux-ci, suivant la nature des terrains à traverser. L'auteur décrit successivement les trépans pour percer les roches, les tarières; les mèches rubanées pour forer dans les terrains meubles; les outils de curage, tels que les cloches à clapets, les soupapes à boulet; enfin, les outils à prendre les échantillons, très importants pour le géologue.

L'auteur décrit ensuite la manœuvre des appareils de sondage. Lorsqu'il ne s'agit que de quelques mètres, le travail se fait généralement à la main, mais s'il y a lieu de dépasser la profondeur de 10 mètres, il faut se munir d'une *chèvre*, pourvue d'un petit treuil à engrenages.

En 1879, lors de nos levés géologiques, nous fîmes construire une petite chèvre en bois léger et solide, de 4 mètres de hauteur, munie d'un treuil à engrenage avec tambour en bois pour réduire le poids le plus possible. Au point voulu, nous avions fixé à la chèvre un petit essieu. Des roues légères, s'enlevant au moment du dressage, transformaient pendant les transports la chèvre en charrette à bras. Une cassette suspendue à l'essieu contenait tous les petits outils; les tiges reposaient sur les échelons reliant entre eux les montants supportant le treuil. Poussé par les hommes d'équipe, cet appareil de sondage, de petites dimensions, se transportait facilement d'un point à un autre. Nous nous permettrons de recommander ce petit outillage mobile à M. Lippman.

Nous ne pourrions que faire tort à l'auteur en tentant de résumer les pages qu'il consacre à la manœuvre des appareils de sondage, tant cet exposé est clair et succinct. Il serait fort difficile de résumer tous ces détails sans les rendre obscurs.

Le quatrième chapitre de l'ouvrage est consacré aux tubages et à leur placement. Lorsque le sol est éboulant et que les sondages doivent atteindre une certaine profondeur, il est nécessaire de placer des colonnes de retenue. Cette partie du travail est souvent la plus délicate et la plus difficile; pour la mener à bonne fin, il faut bien veiller à la parfaite verticalité du trou de sonde, ce qui demande un peu d'expérience pratique. Les vis de pression, les coups de mouton, les surcharges avec saumon de fonte sont le chant du cygne d'un sondage sur le point d'échouer.

L'auteur traite ensuite des accidents et des moyens de les réparer. Les accidents se produisent quelquefois involontairement; mais il vaut toujours mieux les éviter en menant les travaux avec la plus grande prudence : *jamais d'efforts violents;* lorsqu'à la rotation, l'outil butte contre

un petit obstacle, le relever légèrement, le faire mordre progressivement, jusqu'à ce que le noyau plus dur ait disparu. En procédant ainsi avec la plus grande prudence, nous n'avons eu aucun accident sérieux pouvant compromettre la menée du travail à bonne fin.

* * *

La deuxième partie de l'ouvrage de M. Lippman est consacrée aux sondages à diverses profondeurs, depuis ceux de 2 mètres à ceux de 100 mètres et plus. Au delà de 50 mètres, surtout lorsque l'on a à percer des roches dures et qu'il faut recourir au battage à vapeur, il faut une certaine expérience pratique. Heureux ceux qui n'ont pas à percer nos sables de l'Éocène avec leurs blocs de grès lustrés, noyés dans les sables mouvants. Les silex, les rabots, les grès, etc., d'une seule venue sont faciles à percer en comparaison des premiers.

M. Lippman consacre la troisième partie de son livre à la partie historique de la question et aux divers modes de sondage. Il nous semble que le mode le plus ancien doit être celui à tarière simple, imitant en tous points le travail du menuisier forant le bois; sa simplicité l'aura fait oublier par les auteurs anciens; on n'en parle qu'à partir du XVIIe siècle. Le système chinois ou à corde remonte aussi à plusieurs siècles; il n'est composé que d'un mouton suspendu à une corde et n'agit que par percussion. Il s'ensuit qu'il ne peut être utilisé que dans les terrains cohérents.

Notre compatriote Jobard, de Bruxelles, l'introduisit en Europe en 1828. Un essai fait avec ce système à Vincennes, pendant la dernière Exposition de Paris, atteignit en deux mois, par travail de jour et de nuit, 552 mètres. Il échoua à ce niveau par suite de l'exiguïté du diamètre. En effet, on ne saurait trop insister sur ce point; les petits diamètres sont cause de l'échec de beaucoup de sondages; que de pertes les propriétaires n'ont-ils pas subies par une économie aussi mal entendue.

L'auteur décrit ensuite le système Fauvelle à sonde creuse et à courant d'eau, que nous employons depuis 1868. Nous le tenions de M. de Basterot, parent de Fauvelle et neveu du paléontologiste bien connu, parrain de l'*Astarte Basteroti*, si abondante dans nos couches pliocènes.

M. Lippman rapporte que Fauvelle échoua à 20 mètres dans les environs de Paris; nous savons que c'est par suite d'insuffisance d'outillage et que l'échec ne peut être attribué au système dont il est l'inventeur. Nous nous permettons de n'admettre aucune des objections émises.

Le système, perfectionné par nous, nous a même permis de percer tous les sables de l'Éocène, avec bancs de grès très durs, sur 30 et 40 mètres de hauteur, en battant à la vapeur avec un outil de 5 à 600 kilogrammes, dans une couche de sable mouvant de l'épaisseur indiquée et *sans aucune colonne de retenue* maintenant cette épaisse couche sableuse.

Ces faits se sont passés entre autres à l'Arsenal militaire d'Anvers, entre 150 et 200 mètres de profondeur, et au Peignage de laines d'Hoboken, entre 100 et 150 mètres. Ils sont faciles à vérifier.

L'auteur passe ensuite au *Sondage au diamant*, système qui emploie également le courant d'eau. Le *système Ratry* emploie aussi la sonde creuse; au battage, des ressorts amortissent les chocs, que fait subir à la sonde et à tout le mécanisme l'irrégularité utile du mouvement. Le courant d'eau, en dégageant le fond, permet un avancement fort rapide.

Ce résumé, nécessairement fort abrégé, ne nous permet pas d'entrer dans plus de détails au sujet de tous les autres systèmes mis en usage dans ces derniers temps; nous nous permettrons de recommander aux personnes que la chose intéresse l'excellent ouvrage de M. Lippman. Que l'auteur veuille bien nous permettre de rendre un juste hommage à son *Traité*, dont le contenu si bien conçu, si bien exposé, met l'art des sondages à la portée de tous; nous n'en saurions assez le recommander. O. van Ertborn.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

M. Martel. — Sur de nouvelles constatations relatives à la contamination des résurgences (sources vauclusiennes) des terrains calcaires en France.

« Dès 1891, j'ai révélé (*Comptes rendus*, 21 mars 1892) les graves risques de pollution, complètement ignorés jusque-là, que le jet des bêtes mortes, etc., dans les *abîmes* des régions calcaires fait courir aux sources dites *vauclusiennes*, pour lesquelles j'ai proposé le terme de *résurgences*.

» Je n'ai cessé d'accumuler ici même (*Comptes rendus*, 13 janvier 1894, 16 novembre 1896, 24 mai 1897, 29 novembre 1897, 24 octobre 1898), et dans mes divers ouvrages, les preuves à l'appui de cette constatation, et de les étendre non seulement

aux rivieres qui s'engloutissent dans des cavernes après *un long trajet à ciel ouvert* (comme l'avait déjà remarqué M. Édouard Dupont pour Han-sur-Lesse, en Belgique, *Bulletin de la Soc. belge de Géologie*, 29 juillet 1890), mais encore à toutes les fissures, qui absorbent les ruissellements pluviaux dans le crible des calcaires et même des craies, pour les drainer vers les résurgences, à travers le complexe réseau des joints et diaclases, dont le pouvoir filtrant et épurateur doit être, en principe, considéré désormais comme très faible, sinon absolument nul.

» Les pouvoirs publics se sont émus de ces faits dénoncés; à la suite de deux débats parlementaires (Sénat, 18 novembre 1898; Chambre des députés, 30 janvier 1899), on nomma, le 10 avril 1899, une Commission chargée d'assurer la protection des sources, et spécialement des sources dites *vauclusiennes*.

» Les travaux de cette Commission aboutirent : 1° à la circulaire ministérielle du 10 décembre 1900, qui soumet tout projet de captage et d'adduction d'eau au triple examen d'un géologue, d'un chimiste et d'un bactériologiste; 2° à l'introduction d'un article spécial dans la loi sur l'hygiène publique, qui n'attend plus qu'un dernier vote.

» Enfin, les récentes Notes (*Comptes rendus*, 19 août et 2 décembre 1901) relatives à la correspondance entre les pertes du Doubs, à Arçon, et la résurgence de la Loue, lors de l'incendie de la fabrique d'absinthe Pernod, à Pontarlier, ont donné une sanction à mes idées « sur le danger permanent de pollutions malsaines, auquel se » trouvent exposées la plupart des sources des terrains calcaires, par suite de la fis- » suration de ces terrains » [*Contamination de la source de Sauve* (*Comptes rendus*, 29 novembre 1897)].

» Mais les mesures déjà prises ou prévues devront être complétées, pour corriger ou supprimer rétroactivement des états de choses qui, dans une quantité de localités, constituent présentement un risque *établi* de pollution plus ou moins assurée.

» J'en citerai quelques exemples parmi ceux que j'ai recueillis au cours de mes trois dernières années de recherches souterraines (12e à 14e campagne, 1899 à 1901) :

» Dans le *Jura*, et sous la conduite de M. Fournier (mai 1899 et juillet 1901), j'ai formellement constaté que les grandes résurgences de la *Loue*, du *Lison*, du *Dessoubre*, de la *Brème*, etc., ne sont que les réapparitions de ruisseaux perdus ou d'eaux infiltrées en amont parmi les fissures des plateaux ou les *emposieux* des bassins fermés.

» Dans le *Vercors* (Drôme, juillet 1899), le ruisseau qui sort de la grotte du *Brudoux* a été capté pour alimenter la maison forestière de *Lente;* or le Brudoux souterrain tire son origine des infiltrations qu'absorbent les *pots* et les *scialets* du plateau de *Fondurle*, où de nombreux troupeaux répandent leurs fumiers pendant la saison du pacage.

» Non loin de là, à Vassieux, le scialet de la *Cèpe* renferme, à 65 mètres sous terre, un vaste bassin d'eau, encombré par les carcasses d'animaux que le propriétaire y laisse jeter moyennant rétribution; il est probable que, à 3 kilomètres seulement au Sud-Est, la source de la Vernaison est en relation plus ou moins directe avec le *jus de cadavres* de ce bassin.

» Dans quatorze abîmes explorés des plateaux de Vaucluse (août-septembre 1899), des monceaux d'ossements sont délavés par les pluies infiltrées, que colligent les canaux encore ignorés de la fontaine de *Vaucluse*

» La ville de Vigan (Gard) est alimentée par la fontaine d'*Isis*, réapparition du ruisseau de *Coudoulous*, dont le cours est souillé en amont par des villages de la vallée d'Arphy et d'Aulas.

» Le 11 septembre 1900, les puissants ruisseaux qui sortent du pied du Causse

Méjean à Saint-Chély-du-Tarn (Lozère), dans la gorge du Tarn, déversaient une eau absolument jaune et limoneuse à la suite des exceptionnels orages du 2 septembre précédent; le même fait s'étant produit à Vaucluse en janvier 1895, il en résulte que plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de plateau calcaire ne suffisent pas à purifier toujours les infiltrations salies.

» Dans la Dordogne, un grand nombre de soi-disant *sources* ne sont que des réapparitions d'absorptions partielles, de *captures*, opérées en amont, comme les *Bouillidons-des-Fonts* sur la *Côle*, à la Chapelle-Faucher, ou même d'une vallée à l'autre, comme au *Gour-Saint-Vincent*. Par les crevasses du calcaire, les contaminations d'amont sont copieusement véhiculées vers ces résurgences.

» En Charente, j'ai relevé (octobre 1901) trois faits déplorables :

» 1° Un cimetière tout neuf vient d'être établi à 400 mètres au Nord de la magnifique sortie de la *Touvre*, en plein calcaire jurassique.

» 2° A Chef-Boutonne (Deux-Sèvres) également, deux cimetières ont été créés, postérieurement à 1850, à quelques hectomètres en amont et à quelques mètres au-dessus du niveau de la résurgence de la *Boutonne*, qui draine souterrainement tout un plateau de jurassique callovien et bathonien.

» 3° A Ruffec, la source (?) du *Lien* ramène au jour les eaux de la Péruse, perdue à 5 kilomètres au Nord-Ouest; ses eaux, comme à Sauve, passent sous le plateau callovien-bathonien, épais de 20 mètres seulement, qui porte la ville; il est vrai, d'après une obligeante communication de M. G. Chauvet, que le *Lien* n'est plus utilisé que par le chemin de fer.

» A Niort (Deux-Sèvres), la grande source du jardin des plantes est captée et élevée dans toute la ville; elle sort d'une falaise jurassique, haute de 30 mètres seulement, sur laquelle, *immédiatement au-dessus de la fontaine*, est construit l'immense quartier de cavalerie Duguesclin. Dans quelles conditions le sous-sol est-il protégé contre les infiltrations diverses de cette caserne?

» Dans la Marne, la source (?) de Vertus, qui jaillit du pied de la falaise crétacée, est, depuis des siècles, captée sous le chevet même de l'église, en contre-bas d'une partie de la ville.

» A Soulaines (Aube), une puissante résurgence se trouble, après toutes les pluies, en aval de grandes cultures et du petit gouffre de la *Fosse-Cormont*.

» Je pourrais allonger cette nomenclature, qui se passe de commentaires et qui montre suffisamment ce qu'il reste à faire en France pour diminuer la fréquence et les ravages des épidémies causées par les eaux. »

(*Compte rendu de l'Acad. des sciences*, t. XXXIII, 1901, n° 26, pp. 1262-1264. 23 décembre 1901.)

Nouveau tremblement de terre à Saint-Symphorien (Hainaut).

Le 2 août, à midi et demi, un léger tremblement de terre s'est produit à Saint-Symphorien, près de Mons. La secousse, qui a fait vibrer portes et fenêtres, comme lors d'un violent coup de tonnerre, a duré une seconde selon les uns, de trois à quatre secondes selon d'autres. Le sol a réellement tremblé et l'on a senti une oscillation des bâtiments. Les vibrations paraissaient venir du Nord-Ouest et leur mouvement était horizontal. Un léger bruit de roulement étouffé les accompagnait. Le phénomène a été perçu en différents points du village.

(Extrait de *Ciel et Terre*, 22e année, n° 12, 16 août 1901, p. 302.)

P. Choffat. — Phénomène géologique au cap de Gata.

Dans les mines de plomb argentifère nommées « Des deux Amis » et « Des quatre Amis » se trouve une galerie horizontale, de 1 kilomètre de longueur, établie à 1 mètre au-dessus du niveau de l'eau. Pendant le tremblement de terre de 1883, les eaux s'élevèrent dans la galerie jusqu'à 1 mètre au-dessus du sol, ce qui a encore lieu chaque fois que l'on arrête l'épuisement pendant un jour. On en conclut que la contrée a subi un affaissement de 2 mètres, sans variations dans l'horizontalité et sans que la ligne de rivage se soit avancée vers l'intérieur.

Boletin de la R. Soc. geografica, Madrid, 1901, t. II, pp. 37-38. — (Extr. des *Analyses,* etc., dans *Geol. Centralblatt,* Bd I, Nr 22, du 15 novembre 1901.)

La houille en Hollande.

On sait que des couches de charbon ont été découvertes dans le Limbourg belge et que les recherches sont continuées sur une grande partie du territoire. On espère y trouver des gisements de houille nombreux.

Dans le Limbourg hollandais, trois houillères sont exploitées avec succès. L'État des Pays-Bas en deviendra seul propriétaire dans quarante-cinq ans environ. Le « rendement » de ces houillères est très considérable.

D'intéressants renseignements sont donnés, à ce sujet, par le *Recueil consulaire,* publié par le Ministre des Affaires étrangères :

« Des trois houillères exploitées dans le Limbourg, et dont l'État des Pays-Bas sera, dans quarante-cinq ans environ, seul propriétaire, on a extrait 320,224 tonnes de houille en 1900, soit 107,252 tonnes de plus que l'année précédente.

» La vente a été de 308,492 tonnes, soit 100,948 tonnes de plus que l'année antérieure.

» On a exporté vers la Belgique 40,908 tonnes, et vers l'Allemagne 143,851 tonnes.

» Le prix de vente moyen par tonne a été de fr. 13.22 contre fr. 10.30 en 1899.

» Le personnel se composait de 1,149 personnes, contre 813 en 1899.

» De ces 1,149 personnes, 902 hommes travaillaient dans les mines et 246 hommes et 1 femme au jour.

» En dehors de ces trois charbonnages, un bassin houiller nouveau assez étendu existe dans le Limbourg; il sera exploité exclusivement par et pour compte de l'État. Il est situé dans le Sud de cette province, le long de la frontière allemande, à une altitude variant de 90 à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer, et s'étend, à 5 kilomètres près, jusqu'à la Meuse et la province de Liége. Sa plus grande longueur, du Nord au Sud, est d'environ 20 kilomètres; sa plus grande largeur en a autant.

» La superficie totale explorée par la sonde est de 38,743 hectares : il comprend 35 villages avec une population de 67,093 habitants, desservis par trois lignes de chemins de fer.

» En moins de deux ans, 48 concessions ont été demandées au Gouvernement. »

(Extr. de l'*Écho des Mines et de la Métallurgie,* 20e année, 31 octobre 1901, p. 1357.)

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1901.

SÉANCE DU 24 DÉCEMBRE 1901.

Présidence de M. **A. Rutot**, *Président.*

La séance est ouverte à 8 heures 40.

Rapport annuel du Président.

M. le *Président* donne lecture du rapport suivant :

MESSIEURS,

Nous voici arrivés à la fin de l'exercice 1901, et l'usage veut que nous jetions un regard en arrière afin que nous puissions juger de l'état général de la Société, tant au point de vue intellectuel que matériel.

Mon prédécesseur, M. Mourlon, avait laissé la Société dans une situation prospère à tous points de vue; je suis heureux de constater, à la fin de cette année, que la situation est au moins aussi satisfaisante que celle de l'an dernier, même meilleure, puis-je dire, car personnellement je n'y suis pour rien, attendu que la prospérité, le prestige de notre Société se sont encore accrus notablement par suite de la mise à l'étude de points spéciaux, de très grande importance pratique, sur lesquels nous aurons à revenir plus loin.

Dans le courant du dernier exercice, nous nous sommes réunis neuf fois en séance mensuelle ordinaire; six fois en séance spéciale d'Hydrologie, du Boulant et du Grisou; une fois en conférences ou causeries, et trois fois en excursions sur le terrain.

L'activité scientifique, c'est-à-dire la vitalité de la Société, est attestée par la somme des travaux présentés aux séances.

La Géologie a donné lieu à de nombreuses communications, parmi lesquelles nous relevons spécialement les travaux :

De M. P. Choffat, *Sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal;*

De M. Lotti, *Sur les gîtes métallifères stratifiés et la couche minéralisée du cap Garonne, en France;*

De M. Mourlon, *Observations au sujet de travaux récents sur le Famennien inférieur;*

De MM. Mourlon et Lejeune de Schierveld, *Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde, et sur son prolongement le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel;*

De M. Simoens, *Sur la position stratigraphique des « Rhynchonella Mourloni » et « R. Gosseleti » dans la bande famennienne limitée au Nord par la faille d'Hermeton-sur-Biert,* et *Observations nouvelles sur la faille d'Haversin;*

De M. Van den Broeck, *Sur la limite du Jurassique et du Crétacique en Europe; Sur un phénomène naturel ayant fait croire à l'éruption d'un volcan, dans la région de Gap; Discussion relative aux puits artésiens creusés entre Ostende et Bruxelles; Sur de nouvelles observations faites aux environs de Furfooz; Sur le gîte oligocène de Grimmertingen; Sur les grès erratiques de la région du Démer; Sur le Rupelien de la région Léau-Rummen;*

De M. le baron van Ertborn, *Sur les puits artésiens du Royal Palace d'Ostende, d'Audenarde, de Forest, de Droogenbosch, d'Uccle, de Brasschaet, de Heyst-op-den-Berg, de Zeelhem, de Westerloo, d'Aerschot et d'Asch; Sur des contributions à la carte du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise; L'allure générale du Crétacique et de l'argile rupelienne au Nord de la Belgique; Contribution à l'étude de l'étage rupelien; Sur le Quaternaire du Nord de la Belgique; Sur divers niveaux gréseux du Tertiaire supérieur du Nord de la Belgique; Le sondage d'Asch, etc.;*

De M. Van Hove, *Étude sur les puits artésiens de l'usine Lousberg, à Gand, et le puits artésien de Beernem, près Bruges.*

Pour ce qui me concerne, j'ai présenté *Quelques observations sur les puits artésiens de l'Arsenal de Malines, de la gare d'Esschen, de Roosendael,* plus divers résultats de mes études sur les terrains crétacés tertiaires et quaternaires. J'ai pu, à ce sujet, vous présenter un projet complet de légende, avec notations cartographiques des terrains quaternaires de la Belgique.

La Paléontologie a été quelque peu négligée cette année, car nous n'avons à mentionner que le travail de M. Bommer, *Sur le nouveau genre « Lepidocarpon » de Scott*, et le mémoire posthume de notre regretté confrère Raymond Storms, *Sur un « Carcharadon » du Bruxellien*, mémoire dont la publication a pu se faire grâce à la savante intervention de notre confrère M. le Dr Sauvage; ajoutons que M. Van den Broeck nous a fait connaître la découverte de nouveaux restes de végétaux (Cycadées et Conifères) à Bernissart.

Les Applications de la Géologie ont figuré à l'ordre du jour d'un grand nombre de séances d'un intérêt considérable.

L'Hydrologie a continué d'être l'une des branches spéciales de notre activité.

M. Kemna nous a mis au courant, dans deux excellentes communications, de la situation hydrologique actuelle de la ville de Paris.

M. Moulan nous a donné les fruits de sa longue expérience au sujet de l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux.

M. Mourlon a rendu compte des séances consacrées à la Géologie au Congrès international d'Hygiène, tenu à Ostende cette année.

M. Janet, notre éminent confrère français, nous a donné une conférence très appréciée sur l'*Hydrologie*.

MM. Marboutin et Le Couppey de la Forest nous ont exposé, l'un, la méthode expérimentale qu'il a imaginée, permettant la recherche de la propagation des eaux souterraines au moyen de la fluorescéine, l'autre, le mode de circulation de l'eau dans la craie, dont il nous a fait connaître les curieuses cavernes.

M. le baron O. van Ertborn nous a parlé des diverses méthodes de refoulement de l'eau par pompes, béliers hydrauliques et compresseurs d'air.

M. Rahir nous a présenté les résultats de ses recherches sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux et sur l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains, travail complété par les observations déjà signalées ci-dessus de M. E. Van den Broeck aux environs de Furfooz.

M. Sacco nous a fait part d'observations relatives à un projet de captage et d'adduction d'eau potable pour l'alimentation de la ville de Turin.

Enfin, j'ai présenté quelques observations au sujet des nouvelles instructions ministérielles à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau des communes de France, plus des données sur quelques faits hydrologiques observés.

Voilà certes une énumération montrant clairement que l'hydrologie est toujours, parmi nous, en grand honneur; mais nous sommes loin d'en avoir fini avec les applications de la Géologie.

Vous vous rappellerez que, grâce à l'initiative de notre Secrétaire général, la Société a mis à l'ordre du jour deux questions d'une haute importance.

L'une a trait à la connaissance des sables boulants; l'autre, d'une haute portée scientifique et humanitaire, a pour sujet les actions géodynamiques et leurs relations possibles avec les dégagements instantanés de grisou.

Pour ce qui concerne les sables boulants, quatre séances spéciales ont été consacrées aux études préliminaires.

Elles nous ont valu d'entendre des communications, souvent très détaillées, de MM. van Ertborn, Petermann, Cuvelier, Simoens, Casse, Debauve, Pierret et Mourlon.

Les séances spéciales dites « du grisou », au nombre de trois, nous ont permis d'abord d'entendre des rapports et des communications de la part de MM. Lagrange, Verney, P. Habets, Harzé et E. Van den Broeck. Elles nous ont montré la place prépondérante, si hautement justifiée, prise par M. Lagrange dans toutes les questions ayant pour objet la création de stations pour observations géodynamiques, œuvre dans laquelle il a été efficacement aidé par notre Secrétaire général, dont le zèle et l'activité ont été des plus méritoires.

Grâce à ces éminents confrères, nous sommes assurés de la création d'au moins deux stations d'observation relatives à la météorologie endogène, stations auxquelles se sont intéressés, dans le meilleur sens du mot, MM. *Aug. Beernaert*, ministre d'État, *Urban*, administrateur des Carrières de porphyre de Quenast, *Montefiore*, ancien sénateur, et *Isaac*, administrateur de la Société des Charbonnages belges, sans compter l'aide qui pourra survenir de la part des grandes sociétés étrangères auxquelles nous avons fait appel.

Espérons que bientôt, à côté de la station géodynamique d'Uccle, fondée par M. *Ernest Solvay*, viendront s'établir la station de Quenast, due à la libéralité de M. Urban, et celle du charbonnage de l'Agrappe, à laquelle s'adjoindra peut-être un poste de contrôle voisin, dans le bois de Colfontaine.

Enfin, nous apprenons à l'instant que l'un de nos vœux les plus chers, dont l'initiative est due à notre Secrétaire général, va être réalisé, les décisions de principe relatives à l'organisation d'un Musée des matériaux de construction ayant été prises par le Gouvernement.

Honneur aux personnes dont nous venons de citer les noms, honneur aux administrations de l'État et provinciales, aux grandes associations charbonnières et à tous ceux qui nous aident si efficacement, scientifiquement et matériellement, dans l'œuvre que nous avons entreprise.

Mais le chapitre Applications n'est pas clos. Il nous faut mentionner, pour terminer, la belle et intéressante conférence que M. l'ingénieur *Levat*, de Paris, nous a donnée sur la Géologie, la Prospection et l'Exploitation des Mines d'or et des Placers.

Après cette longue énumération, vous pourriez croire, Messieurs, que nous en avons fini avec les travaux de l'année.

Il n'en est rien, car une science sœur de la Géologie, la *Géographie physique*, nous a fourni l'occasion d'entendre deux communications de MM. Arctowski et A. Renard sur des résultats de l'Expédition belge antarctique de la *Belgica*, communications dans lesquelles les auteurs nous ont fait connaître les conclusions ressortant de l'étude des sondages, des sédiments marins et de la bathymétrie de la région du pôle Sud, si courageusement explorée par nos compatriotes et leurs valeureux collaborateurs.

Notre confrère M. Arctowski nous a également parlé des dunes du cap Polonio et nous a exposé ses vues sur l'abrasion glaciaire dans les régions du pôle Sud.

Rappelons enfin la note nécrologique rédigée par M. A. Renard, où nous est racontée la vie, trop courte, hélas! de notre regretté confrère *Raymond Storms*, auquel nous accorderons, en passant, un souvenir ému; mentionnons également l'intéressante note de M. O. van Ertborn retraçant la carrière scientifique du Nestor des géologues belges : *N. Dewael.*

Souhaitons aussi la bienvenue à notre nouveau confrère, M. A. Buttgenbach, à qui nous devons deux notes importantes de Minéralogie relatives aux *Figures de corrosion du quartz par l'acide fluorhydrique* et à la *Description de nouveaux cristaux de provenance belge.*

Ici, pouvons-nous croire, va enfin se clôturer l'exposé complet de notre activité; non, pas encore.

Nous avons, en effet, à signaler d'autres dévouements et, tout particulièrement, celui de notre confrère le docteur Van de Wiele, à qui nous devons ces résumés si clairs, si lumineux, si complets, de quantité de travaux étrangers dont nous comprenons ainsi la portée et l'importance; d'autant plus qu'il sait si bien introduire dans ces comptes rendus des explications, des commentaires, une méthode d'exposition qui aident tant à la compréhension des difficiles questions traitées.

Espérons que le docteur Van de Wiele nous continuera sa précieuse collaboration.

*
* *

Tel est notre bilan intellectuel; jetons maintenant un coup d'œil sur la situation matérielle de la Société.

A la fin de l'an dernier, mon prédécesseur, M. Mourlon, en fournissant le dénombrement de nos membres, se félicitait de constater l'existence de 315 membres effectifs et de 63 associés regnicoles; au point de vue des membres effectifs, nous avons encore fait du chemin, car fin 1901, nous comptions sur nos listes 332 membres effectifs. Le nombre des associés est resté stationnaire.

En additionnant nos membres protecteurs, nos membres honoraires, nos associés étrangers, nos effectifs et nos associés regnicoles, nous obtenons le total de 461 membres, chiffre qui n'a jamais été atteint jusqu'ici.

Je fais des vœux pour qu'il s'accroisse encore.

Cet accroissement de nos membres effectifs est dû, en partie, aux efforts constants et efficaces de notre zélé Secrétaire général, en partie aussi à mon honorable prédécesseur, M. *Mourlon*, directeur du Service géologique de Belgique.

M. Mourlon, mettant ses idées en pratique, a voulu s'entourer de jeunes gens ayant du goût pour les sciences géologiques et qui sont destinés à devenir nos continuateurs. Ils sont élevés au Service dans une atmosphère de science et de liberté où ils s'imprègnent de nos traditions, de nos méthodes, de nos idées sur les relations intimes et nécessaires de la science pure et de ses applications. Et pour obtenir le plus rapidement possible un pareil résultat, quoi de mieux que de les associer à nos travaux, de les faire témoins de nos discussions, d'en faire des confrères et des amis?

C'est ce qu'a très bien compris M. Mourlon, auquel j'adresse tous nos remerciements.

Nous venons de jeter un coup d'œil sur nos gains; supputons aussi nos pertes.

Et tout d'abord, tournons nos regards vers cette belle figure disparue matériellement, mais toujours vivante et souriante pour nous : notre digne et si bienveillant membre honoraire, le docteur Bleicher, de Nancy, à la mémoire duquel le monde scientifique tout entier a rendu un hommage mérité.

Souvenons-nous aussi de notre vieux camarade, l'ingénieur Sonvaux, de M. Léon de Somzée qui, depuis bien longtemps déjà, s'intéressait à nos travaux, ainsi que de nos confrères Maroquin, de Puydt,

Timmerhans, Van de Ghinste, J. Van Ysendyck et P. Ghesquières, l'un de nos membres fondateurs.

Rappelons enfin les distinctions honorifiques dont quelques-uns de nos membres ont été l'objet :

Notre Secrétaire général, nommé au poste si honorable et si apprécié de vice-président de la Société géologique de France;

M. Teall, nommé directeur du Service géologique de Grande-Bretagne et d'Irlande, en remplacement de son éminent prédécesseur sir Arch. Geikie.

La Société géologique de Londres a décerné à M. Ch. Barrois la médaille Wollaston; M. Traquair a reçu la médaille Lyell; et la même Société a accueilli comme membre étranger notre ami et confrère M. Gust. Dollfus, et nommé membres correspondants MM. Issel, Koken et Sacco.

En dehors des distinctions scientifiques proprement dites, les distinctions honorifiques ont été très nombreuses parmi nos membres.

Nous citerons tout spécialement les nominations de M. Harzé, ancien directeur général des Mines, comme commandeur de la Légion d'honneur; de MM. Mourlon et Dufourny, comme officiers, et MM. Petermann, Van Hoegarden et Wittouck, comme chevaliers du même ordre.

En outre, les nominations et promotions dans l'Ordre de Léopold ont été aussi nombreuses que bien méritées.

Nos publications sont la preuve matérielle de notre activité; leur volume est en proportion directe avec le nombre des travaux présentés.

L'exposé des nombreuses communications faites au cours des séances, les unes mensuelles, les autres supplémentaires, nous fait donc prévoir un tome XV considérable.

Telle est bien la vérité. Le tome XV sera le plus volumineux qui ait été publié jusqu'ici; il aura plus de onze cents pages, sans compter qu'une partie des Mémoires devra être reportée au tome suivant.

Malheureusement, publier a, comme contre-partie, payer; aussi, notre dévoué Trésorier m'a-t-il avoué qu'il n'était pas sans inquiétude au point de vue financier.

En réalité, nous devons solder l'impression des procès-verbaux des séances du grisou et du boulant qui viennent s'ajouter au volume habituel, très amplifié lui-même cette année, de notre BULLETIN.

Certes, nos ressources ne progressent pas en proportion des dépenses, et si l'on ajoute à ce facteur l'augmentation si onéreuse de 20 %

imposée par l'imprimeur, nous devons reconnaître qu'il y a lieu d'examiner sérieusement la situation afin d'y porter remède.

Vous aurez sans doute constaté avec bonheur que l'arriéré considérable qui retardait si péniblement l'apparition des volumes des années précédentes a virtuellement pris fin.

1900 et 1901 ont paru régulièrement; 1897 a été distribué, et notre Secrétaire général nous affirme que 1898 et 1901 seront terminés à bref délai. J'ai pu, du reste, vérifier le fait par moi-même.

Cet heureux changement est dû à l'excellente mesure que nous avons prise de faire aider matériellement le Secrétariat par un employé qui rend à la Société de réels services. Je tiens à remercier ici M. Bollinne de sa ponctualité et de son zèle.

C'est ici, Messieurs, que je crois utile d'introduire une déclaration que m'a chargé de faire notre Secrétaire général.

Il est aisé de comprendre que la simple énumération de toutes les questions de science pure ou de science appliquée dans lesquelles nous sommes engagés, implique l'idée de la somme considérable de temps, d'activité et de dévouement mise au service de la Société par notre Secrétaire général, dont nous n'avons plus à compter les fécondes initiatives.

Nous devons reconnaître que c'est grâce à l'élan personnel qu'il a donné dès l'origine aux importantes questions traitées, que nous avons à enregistrer les succès sérieux obtenus.

Mais il est facile de concevoir qu'une impulsion intense ne peut se conserver perpétuelle, et il serait hautement désirable que l'ensemble des activités spéciales vienne, pour des questions de l'importance du Grisou et du Boulant, se substituer efficacement à l'impulsion initiale.

En ces matières si spéciales, un dévouement constant ne peut suffire, car des ordres d'idées et des compétences tout à fait différentes interviennent. Rien qu'au point de vue scientifique pur, il est certain que deux sciences, la Géologie d'une part, la Météorologie endogène d'autre part, ayant entre elles bien peu de points en commun, doivent intervenir dans la question du grisou, en même temps que foule de considérations pratiques qui sont du ressort de l'ingénieur.

Il est donc indispensable que les diverses compétences, dont l'effort commun doit conduire au but, s'unissent par parts au moins égales dans l'accomplissement de la tâche commune.

Il faut qu'aux appels chaleureux et réitérés lancés par notre dévoué Secrétaire général répondent des bonnes volontés disposées à faire

avancer les questions évoquées par les mots : grisou, sables boulants, matériaux de construction, étude des limons, cartographie agronomique, hydrologie, etc.

Il faut aussi que la bienveillance générale s'étende envers tous nos travailleurs et qu'on leur évite soigneusement toutes difficultés et tout obstacle.

Notre dévoué Secrétaire général estime donc avoir maintenant certains droits à moins de labeurs et d'efforts. Songeons qu'il a été amené, pendant quinze années consécutives, à diriger presque exclusivement les affaires de la Société, à y consacrer sans compter le meilleur de ses forces, au grand détriment de ses travaux scientifiques personnels, auxquels il n'a pu donner l'ampleur qu'il désirait.

Songeons encore que son « cinquantenaire » concorde avec le trentenaire de l'apparition de son premier travail scientifique et que s'il a pu, malgré des conditions bien défavorables, publier plus de deux cents travaux et notices scientifiques, il n'a cependant pu réaliser encore son légitime désir de se consacrer de préférence à l'élaboration d'œuvres plus amples, réclamant plus de loisirs que ceux, trop minimes, que lui laisse la Société.

Le Secrétaire général, sans songer du reste à nous retirer son si utile concours, exprime donc formellement le vœu d'être plus efficacement aidé que par le passé dans l'exécution des tâches multiples qui lui incombent, sous peine, naturellement, d'évoluer à l'avenir dans des sphères plus restreintes, ce à quoi nos ressources financières limitées nous engagent encore à entrer, au moins momentanément.

La nomination d'un Secrétaire s'occupant effectivement des affaires de la Société sous la direction de M. Van den Broeck et dont il sera question plus loin, s'impose donc à nos suffrages.

Avant de terminer ce rapport déjà bien long, disons encore un mot des excursions de l'année.

Elles n'ont pas été nombreuses, nous l'avouons sans détour, mais personne n'ignore que toute cette organisation pèse souvent sur les épaules du Bureau, et le terme de la durée du levé de la Carte géologique approchant, chacun de nous a dû faire un effort sérieux pour arriver à terminer sa tâche.

Toutefois, signalons le vif succès de l'excursion conduite par notre confrère et ami J. Cornet entre Hautrages et Baudour, qui nous a permis de voir divers termes du terrain houiller inférieur, le Bernissartien, un nouveau terme du Cénomanien très fossilifère, supérieur à la

Meule et inférieur au Tourtia à *Pecten asper*. Au cours de la même excursion, nous avons pu étudier l'intéressant îlot de craie brune phosphatée exploité au Sud-Ouest de Baudour, avec son recouvrement de Landenien et de couches quaternaires.

Dans la course que j'ai conduite à Soignies, dans la splendide carrière du Hainaut (directeur M. Marin), j'ai pu montrer divers facies du limon hesbayen avec sa faunule, le niveau caillouteux à faune de Mammouth et à silex acheuléens, présentant un amas de tourbe rempli d'insectes de l'âge du Mammouth, puis un beau développement de glaise moséenne avec son épais cailloutis de phtanite à la base. Sous le Quaternaire, nous avons encore constaté la présence du Landenien, puis du Bernissartien avec nombreux végétaux, reposant sur l'énorme masse de calcaire carbonifère exploité.

Quant à l'excursion de huit jours, conduite par notre éminent et respecté confrère M. le professeur Gosselet et dont le but était l'étude du bord Nord du bassin de Paris entre Chauny, Laon et Reims, elle marquera, de l'avis de tous, dans les annales de la science.

Cette course a permis à un groupe de géologues français et belges d'étudier, en grand détail, les couches de l'Éocène de la région visitée.

Chose étonnante, qui a été dite par un de nos plus compétents confrères parisiens, les géologues belges se sont trouvés, pour ce qui concerne surtout l'Éocène inférieur, les moins dépaysés de tous.

Tout ce qui a nom : sables de Bracheux, tuffeau de la Fère, sables de Châlon-sur-Vesles, sables de Rilly, couches fossilifères de Cernay, lignites du Soissonnais, argile plastique, etc., ont leurs représentants presque identiques en Belgique, sous les noms de Landenien inférieur, tuffeau de Chercq, sable d'émersion *L1d*, Landenien supérieur fluvio-lagunaire, etc.

Il faut chercher le représentant de notre argile ypresienne dans la partie supérieure de l'argile plastique et celui des sables de Cuise avec leur recouvrement d'argile verte, dans nos sables ypresiens à *Nummulites planulata* et dans notre Paniselien.

Les ressemblances lithologiques cessent avec le Bruxellien inférieur, mais elles reprennent bien vite avec le Bruxellien calcareux, le Laekenien et le Ledien. Le Bruxellien se retrouve dans le calcaire grossier inférieur jusques et y compris le banc à *Nummulites lævigata* ou « pierre à liards » ; le Laekenien correspond aux couches à milioles et le Ledien se retrouve dans le banc à *Cerithium giganteum*, dit « banc à vérins ».

Chez nous, il y aurait eu lacune pendant le dépôt des calcaires à

Cérithes (caillasses) et de l'argile de Saint-Gobain, et après une émersion temporaire, la sédimentation aurait repris simultanément dans les deux régions avec les sables de Beauchamps et le Wemmelien.

Telles sont, en résumé, les principales constatations faites au cours de la très importante excursion que nous devons à l'initiative de notre vénéré maître, M. le professeur Gosselet.

Nous avons confié la rédaction du compte rendu de l'excursion à l'un de nos nouveaux membres, M. Cooreman, adjoint au Service géologique.

Notre nouveau confrère a eu là, pour ses débuts, une rude tâche qu'il compte remplir à la satisfaction de tous et qui porte à son actif une belle endurance et une énergie permettant de bien augurer de l'avenir.

Je crois, Messieurs, avoir passé en revue nos travaux de l'année.

C'est avec un légitime orgueil que nous pouvons en envisager le bilan, et malgré les réserves exprimées ci-dessus, je n'ai aucune crainte d'entendre prononcer, d'ici à longtemps, le mot de faillite, pas même financièrement.

Mais qui ne prospère pas décline, et tous, nous devons nous y mettre, chacun dans notre sphère, pour aider ceux qui travaillent et pour ajouter l'une ou l'autre pierre à l'édifice.

Que nos jeunes imitent leurs anciens, qu'ils prennent pour exemple notre vaillant confrère, M. le baron van Ertborn, qui, de matériaux connus, presque tous publiés, tire des conclusions d'une haute portée et d'une importance capitale.

Point n'est toujours besoin de recherches nouvelles sur le terrain : l'arsenal des faits mis à notre disposition, dans nos publications antérieures, judicieusement et intelligemment utilisé, nous réserve encore bien des surprises.

Place aux bonnes volontés ! (*Applaudissements.*)

APPROBATION DES COMPTES DE L'ANNÉE 1901 ET RAPPORT DU TRÉSORIER.

M. le *Trésorier* donne lecture du rapport suivant :

Situation au 19 décembre 1901.

Mouvement des fonds en 1901.

Recettes.

Reprise de l'encaisse au 31 décembre 1900. . . . . .fr.	142 52
Perception des cotisations et des droits d'entrée des membres.	5,075 »
Produit de vente des publications et des abonnements aux mêmes. . . .	1,049 50
Subside de la province de Brabant, solde des années 1900 et 1901. . . .	1,500 »
Subside de l'État belge, alloué pour l'année 1899	1,000 »
Autres subsides spécialement alloués pour la Section du *Grisou*	3,750 »
Revenus des fonds de la réserve statutaire inaliénable et des fonds réservés pour les publications	1,021 06
Fonds repris à la réserve des publications.	3,599 »
Comptes d'ordre	230 90
TOTAL DES ENTRÉES. . . .fr.	17,367 98

Dépenses.

Payé pour impression, planches et distribution du *Bulletin* . . . . .fr.		12,984 70
Compté au personnel du secrétariat et de la bibliothèque		1,000 »
Frais généraux divers pour séances, excursions, poste, papeterie, ports de petits paquets, etc.		981 59
Acquisition de mobilier, pour les séances	27 40	
— pour la Section du *Grisou*	1,839 50	
		1,866 90
Pour la bibliothèque, reliures, abonnements et divers.		227 75
Comptes d'ordre		230 90
TOTAL DES SORTIES. . . .fr.		17,291 84
Reste en caisse au 19 décembre 1901.		76 14
BALANCE . . . .fr.		17,367 98

Bilan au 19 décembre 1901.

Actif.

Encaisse . . . . fr.		76 14	
Réserve statutaire inaliénable		6,000 »	
Valeurs en réserve pour les publications et pour la Section du *Grisou*		7,987 50	
Débiteurs pour cotisations . . . . fr.	301 10		
— publications	1,147 »		
— subsides de l'État belge, 1900-1901.	2,000 »		
		3,448 10	
			17,511 74

Passif.

Réserve statutaire inaliénable . . . . fr.	6,000 »	
Créditeurs divers pour publications, etc.	9,700 63	
Réserve spéciale du *Grisou*	4,138 59	
		19,839 22
Le passif l'emporte donc sur l'actif de . . . . fr.		2,327 48

Cette fâcheuse situation est due en partie à la suppression d'une année de subside par l'État belge : soit mille francs perdus, correspondant à l'exercice 1898.

Et pourtant, l'autre cause de ce déficit se trouve dans le surcroît d'activité déployée par notre être social au cours de la présente année, joint à la complication d'un prix de revient plus élevé des impressions.

Le moment est critique ; aussi nous émettrons ce vœu que les pouvoirs publics songent à élever leurs efforts d'assistance au lieu de les restreindre.

Plus que jamais, l'État belge et la province de Brabant devraient, nous semble-t-il, soutenir de leurs deniers l'activité de nos travailleurs.

Chacun a pu remarquer avec quelle vigueur ceux-ci ont marché pour augmenter le capital scientifique de la Société durant cette année : l'arriéré du BULLETIN a diminué fort sensiblement, puisque le tome XIV fut achevé ; qu'il parut deux importants fascicules du tome XII et aussi un du tome XIII ; cinq fascicules du tome XV et les publications spéciales représentant sept séances du Boulant et du Grisou furent en outre imprimés et distribués au cours de l'année qui va finir.

Mais la prospérité morale de notre Société, attestée par l'intérêt qu'elle excite et par l'augmentation du nombre de ses membres, ne peut suffire au maintien de sa prospérité matérielle sans la stricte continuation, voire même sans l'accroissement des subsides officiels.

Notre projet de budget pour l'exercice prochain s'établit comme suit :

Recettes.

Cotisations des membres	fr.	5,000 »
Abonnements aux publications		360 »
Subsides de l'État belge		1,000 »
— de la province de Brabant		1,000 »
Intérêt des fonds réservés		400 »
TOTAL.	fr.	7,760 »

Dépenses.

Impression, planches et distribution du tome XVI	fr.	5,500 »
Employés du secrétariat et de la bibliothèque		1,000 »
Conférences et excursions		250 »
Reliures et abonnements		210 »
Frais généraux divers		800 »
BALANCE.	fr.	7,760 »

Les fonds de la Caisse de la Carte pluviométrique ont peu varié en 1901 ; il y reste disponible, pour l'achèvement du texte et des cartes supplémentaires, une somme de fr. 2,786.75.

Le Trésorier,
Dr TH. GILBERT.

La situation au 31 décembre 1901 et le projet de budget pour 1902 sont approuvés par l'Assemblée, qui vote des remerciements au Trésorier pour sa zélée et consciencieuse gestion des finances de la Société.

M. *Cooreman* donne ensuite lecture du compte rendu sommaire de la Session extraordinaire dans le Nord de la France.

COMPTE RENDU SOMMAIRE

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE DANS LE NORD DE LA FRANCE

du 7 au 15 août 1901

PAR

M. l'ingénieur T. COOREMAN.

Je ne ferai aujourd'hui, comme l'annonce du reste l'ordre du jour et après les considérations précédemment émises par M. le Président, que jeter un coup d'œil général sur les travaux auxquels nous nous sommes livrés pendant la Session extraordinaire de notre Société.

C'est sous la direction de notre éminent collègue, M. le professeur *J. Gosselet*, que la Société belge de Géologie, d'Hydrologie et de Paléontologie a visité cette année le bord Nord du bassin de Paris, dans les départements de la Marne et de l'Aisne, aux environs de Reims, de Laon et de Chauny.

Cette excursion, qui a bénéficié d'un temps splendide, réunit quelques-uns des noms les plus renommés et les plus écoutés de la science géologique belge et française : MM. *Dollfus*, *Gosselet*, *Leriche* et *Ramond* du côté français; MM. *Cornet*, *Mourlon*, *Rutot* et *Van den Broeck* du côté belge.

Cette excursion avait une importance capitale, car elle avait pour but principal de fixer d'une façon plus nette, par l'examen en commun et sur le terrain, le synchronisme des couches éocènes du bassin de Paris et du bassin belge.

M. Gosselet nous a servi de guide et nous a montré les coupes, carrières et affleurements qu'il a eu l'occasion de découvrir au cours de ses courses géologiques dans les départements de l'Aisne et de la Marne.

Nous avons tenu deux séances pendant cette Session, la première le 7 août, à Chauny; M. *Dollfus* y fut nommé président de cette Session et M. *Cooreman* secrétaire et trésorier.

M. *Gosselet* nous a fait visiter ce jour, à Étaves, de très intéressantes carrières de phosphate de chaux où il nous a montré, dans la craie, un pli semblable à ceux des terrains primaires.

Les deux journées suivantes furent consacrées à l'étude approfondie des affleurements de la haute et basse forêt de Coucy, ainsi que ceux de la forêt de Saint-Gobain; presque toute la série éocène s'y montre, depuis le Landenien, qui affleure à l'escarpement de Sinceny, jusqu'aux sables de Beauchamp.

La troisième journée se termina par la visite des ruines imposantes de l'ancien château féodal de Coucy.

La deuxième séance eut lieu le 9 août à Laon.

M. *Dollfus* y proposa de faire descendre le Ledien dans l'Éocène moyen, pour réunir, sous une même subdivision, toutes les couches à *Nummulites variolaria;* ce à quoi M. *Rutot* déclare consentir volontiers.

A la demande de M. *Cornet*, une discussion approfondie s'engage sur le point de savoir si l'étage montien restera ou non dans les couches tertiaires.

Il résulte de cette discussion que tout le monde en Belgique est parfaitement d'accord pour maintenir le Montien dans le Tertiaire. Ce ne peut être qu'une connaissance imparfaite de la faune de ce

terrain qui a pu induire en erreur certains géologues étrangers qui ont cru pouvoir l'assimiler au Crétacé supérieur, représenté par le calcaire pisolithique spécialement.

Le jour suivant fut consacré à l'étude de la colline de Laon et à la visite de cette très intéressante ville, ainsi qu'à l'étude des exploitations de faluns de Chaillevois et d'Urcel et des affleurements de Molinchard et de Laniscourt, dans le Landenien.

La course du jour suivant fut consacrée à l'étude de la région située au Sud-Est de Laon et montra de nouveau toute la série éocène; M. Leriche nous fit voir à Parguan, dans le calcaire grossier supérieur, une très intéressante formation saumâtre, qui n'est pas représentée en Belgique.

Le mardi fut réservé à la partie Nord-Ouest de Laon; pendant cette journée, la craie fut aperçue fréquemment au fond des carrières.

Le dernier jour de la session fut consacré au gîte de Cernay lez-Reims, rendu célèbre par les travaux et les découvertes paléontologiques du docteur Lemoine, et aux splendides coupes de Châlon-sur-Vesles et Chenay, dans le Landenien.

La session fut alors déclarée close, et nous nous sommes séparés en nous félicitant de la bonne fortune d'avoir pu nous communiquer, devant les faits, nos idées et notre manière de voir; en nous félicitant aussi de la bonne camaraderie qui ne cessa de régner entre tous les membres et en nous promettant de nous réunir prochainement en Belgique pour que les géologues belges puissent montrer, à leur tour, à leurs collègues de France les couches éocènes belges.

Session extraordinaire de 1902 et programme des excursions de l'année. — Conférences.

M. le *Président* rappelle qu'il avait été question de faire, en 1902, avec la *Société spéléologique de Paris*, une grande excursion à Han, Rochefort, Furfooz, Remouchamps, Couvin, Givet et Burnot, pour l'étude hydrologique et spéléologique des calcaires; malheureusement, des difficultés d'ordre matériel se sont présentées, et comme, d'autre part, les géologues belges, très occupés par l'achèvement de la Carte au $^{1}/_{40000}$, n'ont pas eu le temps de faire certaines courses préliminaires et explorations nouvelles que nécessitait cette excursion, il a été décidé de retarder celle-ci d'une ou de deux années.

D'un autre côté, étant donné le grand succès qu'a obtenu notre session extraordinaire de 1901 dans le Nord du bassin de Paris, il conviendrait peut-être de faire, en 1902, la contre-partie de cette excursion et d'organiser une course de cinq à six jours en Belgique pour compléter sur place, avec le concours des géologues français, l'établissement définitif des corrélations de l'Éocène dans le bassin franco-belge.

L'Assemblée adopte ces vues et ce projet de session annuelle consacrée à l'Éocène belge, et des invitations seront adressées à ceux de nos collègues de France qui se sont occupés de l'étude du bassin de Paris, et spécialement aux membres, se trouvant dans ce cas, des Sociétés géologiques de France et du Nord.

De même cette excursion sera annoncée aux membres de la Société royale malacologique de Belgique et à ceux de la Société géologique de Belgique s'occupant du Tertiaire belge, et ceux d'entre eux qui voudront bien se joindre à nous seront les bienvenus.

Au point de vue des excursions ordinaires, des courses d'un ou de deux jours sont inscrites au programme pour l'étude de points spéciaux des terrains primaires (Houiller et Carbonique notamment); la Campine (pour continuation de la course de 1901) fournira également une couple de jours d'excursion. M. le Président se propose de nous conduire à Salzinnes (terrasses quaternaires de la Meuse), ce qui permettra d'étudier le même jour le Houiller, celui-ci sous la direction de M. Stainier.

La Lesse, Furfooz et Dinant (grottes et cavernes) pourront fournir, sous la direction de MM. Van den Broeck, Jacques et Rahir, l'objet d'une course de deux jours, celle-ci effectuée en commun avec la Société d'Anthropologie de Bruxelles. Enfin les environs de Bruxelles permettront à MM. Rutot et Van den Broeck de montrer, à l'aide du personnel et des sondes légères (dites de reconnaissance), comment s'effectuent les levés de la Carte géologique et de quelle manière se résolvent graphiquement les divers problèmes rencontrés au cours de ces opérations.

Si les circonstances et le temps le permettent, d'autres excursions seront encore proposées dans le courant de l'année.

Ces diverses propositions sont adoptées par l'Assemblée.

Conférences. — MM. *Martel* et *Prinz* ont bien voulu s'inscrire, le premier pour une conférence sur la Spéléologie (Puits de Padirac, Aven Armand, etc.), le second sur la Géologie lunaire.

ÉLECTIONS.

L'ordre du jour appelle ensuite les élections :

Élection de quatre Vice-Présidents :

Sont élus : MM. de Dorlodot, Kemna, Rabozée et Stainier.

Élection de trois membres du Conseil :

Sont élus : MM. Cornet, Mourlon et Renard.

Élection d'un délégué du Conseil :

Est élu : M. Willems.

Élection d'un Secrétaire *(adjoint au Secrétariat général) :*

Est élu : M. Cooreman.

Élection du Comité des publications :

Sont élus : MM. Jacques, Jottrand et Cuvelier.

Élection de deux membres honoraires :

Sont élus : MM. G. Dollfus et J. Lorié, précédemment membres associés étrangers.

COMPOSITION DU BUREAU, DU CONSEIL ET DES COMITÉS.

Par suite des élections ci-dessus indiquées, le Conseil (1) est constitué ainsi qu'il suit pour l'exercice 1902 :

Président :

A. Rutot.

Vice-Présidents :

H. de Dorlodot, Ad. Kemna, Rabozée et **X. Stainier.**

Secrétaire général :

E. Van den Broeck.

Trésorier :	*Secrétaire :*	*Bibliothécaire :*
Th. Gilbert.	**T. Cooreman.**	**L. Devaivre.**

(1) Le *Bureau* est constitué par le Président, les quatre Vice-Présidents, le Secrétaire général, le Trésorier et les quatre délégués du Conseil.

Délégués du Conseil :

V. Jacques, F. De Schryvere, Cl. Van Bogaert et **J. Willems.**

Membres du Conseil :

E. Cuvelier, G. Jottrand, J. Cornet, M. Mourlon, A. Renard et **C. Van de Wiele.**

COMITÉS SPÉCIAUX.

Comité de vérification des comptes :

L. Bauwens, G. Cumont et **G. Paquet.**

Comité des publications :

V. Jacques, G. Jottrand et **E. Cuvelier.**

Comité des matériaux de construction :

Président, **J. Willems.**

Gillet, Rabozée, Van Bogaert et **Van Ysendyck.**

Comité permanent d'études du grisou :

(Voir les listes spéciales détaillées.)

Décisions du Conseil :

Le Conseil a été saisi, dans sa dernière réunion, de la question des services et du dépôt de la bibliothèque de la Société, actuellement au Service géologique de Belgique; il a nommé, à cet effet, une Commission composée de cinq membres, MM. *De Busschere, Kemna, Van de Wiele, Willems* et *Jottrand*, commission qui est spécialement chargée, avec le Président et le Secrétaire général, de l'examen et de la solution à donner à cette question.

En ce qui concerne le *Bulletin* de la Société, l'attention du Conseil a été appelée sur le nombre assez considérable des Services géologiques et des Sociétés purement géologiques avec lesquelles la Société n'est pas encore en relation d'échange, alors qu'il en a établi avec des sociétés dans les publications desquelles la Géologie n'entre que pour une part relativement peu importante. Une revision des listes d'échange s'impose, ainsi qu'une majoration dans le tirage des procès-verbaux, afin d'étendre le plus possible nos relations scientifiques. De plus, la

réserve de volumes du *Bulletin* conservée à l'intention des entrées de nouveaux membres a été reconnue un peu forte, et de ce côté également, il sera possible d'instituer quelques utiles échanges complémentaires.

Relativement aux impressions, il avait été décidé, l'année dernière, vu la majoration excessive de 20 °/₀ qui avait été imposée, de ne passer avec l'imprimeur qu'un contrat provisoire d'une année et de rechercher, dans l'intervalle, les moyens de faire imprimer le *Bulletin* à des conditions moins onéreuses et mieux en harmonie avec les ressources de notre budget.

Ces recherches ont mis en concurrence d'offres avec l'imprimeur actuel, plusieurs maisons, notamment celle de l'ancien imprimeur de notre *Bulletin*. Il résulte de l'examen des éléments qui ont été soumis à la Société, que l'on pourrait obtenir des conditions sensiblement plus favorables que celles que nous avons eues à supporter pour l'exécution du contrat provisoire de 1901; mais tenant compte du fait que les impressions d'un arriéré important (1898 à 1900) se sont effectuées à des prix différents et très favorables, et tenant compte aussi de propositions nouvelles de l'imprimeur actuel tendant à continuer les impressions dans des conditions moins onéreuses qu'en 1901, le Conseil a délégué à l'Assemblée le soin de ratifier sa proposition de ne prendre de résolution définitive qu'après la terminaison complète des arriérés et après l'impression du tome XVI (1902) à exécuter suivant les modifications du devis actuellement proposé par la maison Hayez. A cet effet, un nouveau contrat provisoire d'un an serait mis à l'essai et permettrait de part et d'autre d'apprécier, dans des conditions de travail plus normales qu'en 1901, si un contrat définitif peut être passé d'après ces mêmes éléments, ou bien s'il y aura lieu de se référer aux propositions matériellement plus favorables qui viennent d'être faites par d'autres maisons, notamment par l'ancien imprimeur, qui sera prévenu de ce délai dans la solution définitive à intervenir.

L'Assemblée adopte unanimement ces propositions du Conseil et le Bureau est chargé de réclamer encore quelques améliorations matérielles et modifications aux propositions faites pour le contrat de 1902 par l'imprimeur actuel du *Bulletin*.

La séance est levée à 10 heures.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XV

(Deuxième série, tome V)

ANNÉE 1901

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME XV — ANNÉE 1901

STRATIGRAPHIE

DU

BASSIN HOUILLER DE CHARLEROI

ET DE

LA BASSE-SAMBRE (1)

PAR

X. STAINIER,

Docteur en sciences naturelles,

Membre de la Commission de la carte géologique de Belgique.

Planche I

PRÉAMBULE

A la suite des belles études de M. J. Smeysters sur la structure du bassin de Charleroi, ce bassin, jusqu'alors fort peu connu, est devenu, au contraire, celui sur lequel nous avons les idées les plus certaines.

Ayant depuis plusieurs années exploré ce bassin et celui de la Basse-Sambre, dans le but d'étudier les couches qu'ils renferment, je crois le moment venu de résumer mes recherches sous forme d'un tableau graphique représentant, à l'échelle du $^1/_{1000}$, toutes les roches et toutes les couches de charbon, exploitables ou non, qu'on y observe.

Pour rendre ce tableau plus complet, nous y avons représenté, parallèlement aux strates, les niveaux nombreux de fossiles animaux que

(1) Présenté à la séance du 18 décembre 1900.

nous avons découverts dans ce bassin. Nous y avons aussi fait figurer les divisions d'ordre inférieur qu'on peut tracer dans l'échelle stratigraphique, ainsi que les grandes divisions adoptées dans la légende de la carte géologique de Belgique.

Comme commentaire de ce document, nous donnerons dans les pages suivantes, en guise de texte explicatif, la description détaillée des termes de l'échelle stratigraphique.

Nous espérons ainsi que ce tableau pourra servir les intérêts de la science pure et de l'application. Il servira les praticiens en leur donnant une connaissance des éléments constitutifs de ces bassins et des caractères lithologiques, stratigraphiques et paléontologiques au moyen desquels on peut les distinguer. Nous croyons aussi qu'il pourra être de quelque utilité pour l'avancement de nos connaissances théoriques sur la période houillère, en montrant, à une échelle exacte, la répartition des différentes roches du Houiller, l'évolution des faunes qu'on y retrouve et la comparaison de ces faunes et de ces roches avec celles mieux connues de l'étranger.

Un tel tableau, dans l'état actuel de nos connaissances, est et restera encore très longtemps artificiel. Nulle part encore, on ne pourrait trouver une coupe complète des différentes strates qui composent notre terrain houiller depuis le haut jusqu'en bas. Il n'existe encore que des échelons isolés, plus ou moins complets, qu'il faut raccorder par un travail patient de synthèse.

Voici comment nous avons procédé pour confectionner ce tableau. Nous avons étudié les séries partielles de couches, autant que possible dans des régions bien connues et peu bouleversées. Nous avons ensuite opéré la juxtaposition de ces séries partielles, en nous basant sur les points de repère communs qu'elles pouvaient présenter. La détermination de l'identité de ces repères constituait évidemment le point délicat de notre travail. Aussi, pour diminuer les chances d'erreur, nous avons généralement choisi comme repère une veine exploitée bien connue dans chaque série et nous avons déterminé leur synchronisme par l'emploi de tous les caractères utilisables ou par le raccordement direct lorsqu'il était possible. Malgré tous nos efforts, il reste encore des points douteux, que nous aurons soin de signaler dans le texte explicatif.

Nous diviserons notre travail en trois parties. Dans la première, nous décrirons les roches et les couches; dans la deuxième, les niveaux fossilifères animaux que nous y avons rencontrés, et dans la troisième, nous donnerons nos conclusions au point de vue général.

PREMIÈRE PARTIE

STRATIGRAPHIE

§ 1. Houiller proprement dit :

Assise supérieure, ou assise de Charleroi.

Nous réservant de parler plus loin de la classification du terrain houiller, nous passerons immédiatement à la description des termes du tableau.

Chapitre I. — Faisceau de la Sablonnière.

Les couches de ce faisceau ont jadis présenté une grande importance par suite de leur voisinage du sol, de leur puissance et de la nature de leur combustible. Aujourd'hui, malheureusement, leur étude est devenue très difficile, surtout pour les termes supérieurs. Cette difficulté provient de ce que ces couches ne sont plus accessibles aujourd'hui et de ce qu'elles se trouvent à proximité d'un grand dérangement, la faille du pays de Liége, qui les a fortement bouleversées. Aussi le tableau que je donne de la série de ces couches ne doit-il être accepté que sous toutes réserves. En effet, j'ai été réduit, pour le composer, à utiliser des études faites en terrains dérangés, où le raccordement devait se faire théoriquement. Le tableau ne devient certain qu'à partir de la veine petite-Ole. Au-dessus, on est dans l'inconnu, et il n'est pas certain qu'il n'existe pas de couches au-dessus de celles que j'ai figurées. La chose est cependant peu probable.

N° 1. VEINETTE GENNAUX. — Cette veinette, assez puissante malgré son nom, est une des moins connues. On a probablement

exploité sous ce nom des veines bien différentes. Je n'ai pas eu l'occasion de l'observer.

Aux Charbonnages-Réunis de Charleroi, cette veine avait, au puits n° 12, bouveau sud, étage de 258 mètres, la composition physique suivante :

Gallet au toit	0^m,08
Charbon	0^m,14
Charbon	0^m,61
Terres.	0^m,08
Charbon	0^m,45
Mauvais mur. . . .	0^m,68

Composition chimique (1) de la veine en plateur à l'étage de 156 mètres du puits n° 10 des Charbonnages-Réunis de Charleroi (Mambourg-Sablonnière) :

Carbone fixe . . .	75.90
Matières volatiles . .	18.16
Cendres.	7.29
Pyrite	0.65

N° 2. VEINE SABLONNIÈRE. — Cette veine, fort puissante, a été dans le passé l'objet d'une exploitation très active.

Composition physique au puits Sacré-Français n° 2 des Charbonnages-Réunis de Charleroi, bouveau nord, étage de 207 mètres :

a) Bon toit de schiste gris noir, pesant, pyritifère, avec lits de sidérose et montrant de belles empreintes de fougères.

b) Faux toit avec lignes de charbon : 0^m,10.

c) Sillon de charbon dur à clivage cubique : 1^m,10.

Composition chimique de la veine au puits n° 2 des Charbonnages-Réunis de Charleroi (Mambourg-Sablonnière). Plateur à l'étage de 220 mètres :

Carbone fixe . . .	75.80
Matières volatiles . .	16.45
Cendres.	8.91
Pyrite	0.82

(1) On sait fort bien que la composition tant chimique que physique d'une couche de charbon peut, suivant les circonstances, varier dans de très larges limites; aussi les chiffres que nous donnons ici n'ont de valeur que pour les points dont ils proviennent et ils ne sont donnés qu'à titre d'indication.

N° 3. VEINETTE. — Elle présente la composition physique suivante au puits Sacré-Français n° 2 des Charbonnages-Réunis de Charleroi, bouveau nord, étage de 207 mètres :

Terres noires . . .	0m,04
Charbon	0m,07
Terres noires . . .	0m,04

Le toit est un schiste noir, fossilifère, avec mouches de pyrite.

N° 4. VEINE GRANDE-OLE. — Elle présente la composition physique suivante au même bouveau que ci-dessus :

Charbon	0m,09
Terres noires . . .	0m,09
Charbon	0m,22
Terres noires . . .	0m,24
Charbon	0m,30
Terres noires . . .	0m,06
Charbon	0m,30

Au toit de la veine, on voit d'abord une couche de 0m,01 de schiste noir, brillant, dur, sonore, connu dans le bassin de Charleroi sous le nom de *gallet*. Nous décrirons plus loin plus amplement cette roche. Au-dessus vient du schiste noir, feuilleté, devenant gris plus haut.

N° 5. VEINETTE. — Au même bouveau que ci-dessus, elle a une épaisseur en charbon de 0m,15 et elle présente au toit un schiste grisnoir avec mouches de pyrite, et qui est très fossilifère.

N° 6. VEINE PETITE-OLE. — Au même bouveau que ci-dessus elle présente la composition physique suivante :

Terres noires	0m,14
Charbon	0m,10
Terres noires	0m,03
Charbon	0m,45
Havage	0m,07

La veine a un toit de schiste psammitique gris, pyriteux, avec tiges frustes de végétaux.

N° 7. VEINIAT DE DROIT-JET. — Au charbonnage d'Amercœur, puits Belle-Vue, bouveau sud, étage 165 mètres, il présente la composition physique suivante :

Gallet	0m,05
Schiste gris clair	1 mètre.
Charbon	0m,27
Schiste avec lignes de sidérose . . .	0m,50
Terres noires charbonneuses . . .	0m,04
Faux mur avec lignes de charbon . .	0m,50

Le vrai toit est un schiste noir indiquant une sédimentation dans des eaux extrêmement tranquilles et provient d'argiles très fines.

N° 8. VEINE DROIT-JET. — Cette veine, extrêmement importante, présente toujours une très grande puissance en charbon, mais malheureusement, par suite de l'existence de nombreuses intercalations de terres, elle fournit un combustible malpropre, qui, dans certains endroits, lui a fait donner le nom de Veine-Manette (veine sale).

Composition physique de la veine en plateur à l'étage de 554 mètres bouveau latéral à 900 mètres à l'est du puits Deschassis des Charbonnages-Réunis de Charleroi :

a) Bon toit de schiste gris psammitique rempli de superbes empreintes de cordaïtes et de calamites disposées à plat et longues de plusieurs mètres.

b) Sillon de charbon dur adhérent au toit . .	0m,13
c) Terres noires	0m,01
d) Sillon de charbon	0m,26
e) Terres noires	0m,08
f) Sillon de charbon	0m,23
g) Lit de sidérose local	0m,03
h) Sillon de charbon	0m,44
i) Schiste terreux et écailleux	0m,55

Chose importante à signaler, la veine Droit-Jet conserve avec persistance sa composition physique. Toujours elle se présente en trois ou quatre sillons. Ce caractère, qui est si constant, permet de la distinguer et explique la dépréciation que subit la veine du fait de sa malpropreté, sans laquelle elle serait une des plus belles veines du bassin.

La veine n'a parfois pas de mur et repose sur du schiste dur, bien feuilleté, comme c'est le cas à l'endroit où a été prise la composition que je donne ci-dessus.

N° 9. GRÈS. — Le grès qui se trouve entre Droit-Jet et Masse est fort constant. Au charbonnage d'Amercœur, on a constaté jadis que les eaux sortant de ce grès étaient salées.

N° 10. VEINE MASSE. — Cette veine est remarquable par sa puissance et sa régularité. Aussi, c'est avec raison qu'elle a été choisie comme couche directrice du faisceau sur la carte des mines du bassin de Charleroi.

Contrairement à la veine précédente, qui se trouve toujours en plusieurs sillons, Masse se trouve toujours en un seul sillon massif; ce qui lui a probablement valu son nom et ce qui explique la valeur de cette veine.

Au charbonnage d'Amercœur, puits Belle-Vue, étage sud de 165 mètres dans un bouveau latéral à 155 mètres à l'est du bouveau principal, elle a la composition physique suivante :

Bon toit de schiste dur avec empreintes charbonneuses végétales frustes.

Faux toit d'escailles dures	$0^m,12$
Charbon	$0^m,90$
Faux mur	$0^m,10$

N° 11. VEINETTE LES HUILES. — Cette veinette n'a jamais été exploitée à cause de la saleté de son combustible, extrêmement riche en matières volatiles, ce qui lui a sans doute valu son nom. Cette veine se présente presque toujours en trois ou quatre petits sillons intercalés dans des terres charbonneuses. Au puits n° 7 Deschassis des Charbonnages-Réunis de Charleroi, étage nord de 354 mètres, bouveau latéral à 500 mètres à l'est partant du chassage de Strapette, la veine a au toit un schiste rempli de magnifiques empreintes de fougères. Elle présente la composition chimique suivante, d'après une analyse que j'ai faite d'une gaillette provenant du bouveau sud principal de l'étage de 354 mètres :

Matières volatiles.	22.92
Carbone fixe	61.33
Cendres rouges	15.75

N° 12. VEINE CATULA. — Cette veine ainsi que celle qui en dessous porte le nom de veine Aveugle ne constituent en réalité qu'une seule veine extrêmement irrégulière. La veine Catula est en effet remarquable par son allure en chapelet due non à des dérangements, mais à la formation même de la couche. Ainsi au charbonnage d'Amercœur, puits Belle-Vue, la veine présentait à l'étage sud de 165 mètres une puissance de $2^m,35$ de charbon en un seul sillon de charbon très régulier. 70 mètres à l'ouest dans le chassage, la veine n'a plus que $0^m,70$. A 75 mètres au levant dans le même chassage, la veine s'est amincie au point de disparaître presque complètement et une nouvelle veine commence à se former dans le toit. En règle générale, c'est la veine du dessous qui est exploitée sous le nom de Catula. Celle du dessus est inexploitable et porte le nom de veiniat de Catula. Au toit de la veine Catula, il y a toujours un schiste plus au moins dur, avec lits brillants de charbon qui forme un faux toit. Au-dessus vient du schiste psammitique, qui passe rapidement à du psammite, en montant.

Chapitre II. — Faisceau des Ardinoises.

Ce faisceau présente une très grande importance pour le bassin de Charleroi, dont il constitue incontestablement la portion la plus riche, par le grand nombre de veines, leur rapprochement, leur puissance, leur régularité et la nature demi-grasse de leur combustible. Ce faisceau, qui a déjà fourni depuis longtemps des tonnages importants, offre encore de grandes ressources dans la portion centrale du bassin. Nous allons en étudier les couches en détail.

N° 13. VEINE ARDINOISE. — Cette veine ne présente qu'une puissance en charbon de $0^m,45$. Au toit, elle montre un schiste noir, feuilleté, avec végétaux (calamites). Ce schiste devient psammitique vers le haut. Tels sont les caractères de la veine au puits n° 7 Deschassis des Charbonnages-Réunis de Charleroi.

N° 14. VEINETTE. — Cette veinette, de $1^m,50$ de puissance, est composée d'une quantité de très minces lits de charbon alternant avec du schiste charbonneux. Le mur est comme à l'ordinaire et le toit est du schiste bien stratifié avec calamites.

N° 15. VEINETTE. — Cette veinette n'a que $0^m,03$ de charbon et

au toit il y a une roche noire, pesante, grossière, terne, coquillière, de 0^{m},02 d'épaisseur. Au-dessus, il y a une couche de schiste brillant, ressemblant à du *gallet* et épaisse de 0^{m},01.

N° 16. VEINETTE. — Elle a une épaisseur de 0^{m},20 et possède un toit de schiste bien feuilleté, doux au toucher, avec lits minces de sidérose.

N° 17. VEINETTE. — Elle présente la composition physique suivante :

Toit de schiste noir bien feuilleté, avec lits minces de charbon.

Charbon brillant	0^{m},001
Mur dur	0^{m},13
Charbon	0^{m},18
Charbon schisteux	0^{m},12
Charbon	0^{m},12

N° 18. VEINE FOLLEMPRISE. — Au puits Deschassis n° 7, étage de 245 mètres, taille 4bis, la veine présente la composition suivante :

Havage	0^{m},20
Sillon de charbon	0^{m},45
Terres noires	0^{m},15

Au toit de la veine, il y a un schiste psammitique, avec belles empreintes de fougères Dans le mur de la veine, à 1^{m},50, il y a souvent une veinette qui parfois se rapproche assez pour être exploitée avec la veine.

N° 19. VEINE GABRIELLE. — Au puits Deschassis n° 7, étage de 282 mètres, taille 1, la veine présente la composition suivante :

Sillon.	0^{m},10
Escaille terreuse.	0^{m},08
Sillon de charbon	0^{m},10
Escaille terreuse.	0^{m},20
Sillon.	0^{m},35
Mauvais mur.	

Au toit de la veine, il y a un schiste bien feuilleté, doux au toucher, avec coquilles.

N° 20. VEINE STRAPETTE. — Cette veine présente à un haut degré l'allure en chapelet. Tantôt elle se renfle jusqu'à devenir exploitable, tantôt elle se rétrécit et devient une simple veinette de 0m,10, sans que la régularité du toit soit atteinte. Aux Charbonnages-Réunis de Charleroi, ce toit est caractérisé par la présence d'un banc de grès très dur, qui tantôt repose directement sur la veine, tantôt en est séparé par une couche de schiste très feuilleté, bondé de végétaux (cordaïtes, fougères), et qui constitue un mauvais toit. Nous donnons ici un exemple de composition de la veine quand elle est bien exploitable, pris au puits n° 12 des Charbonnages-Réunis de Charleroi, taille levant à l'étage de 312 mètres.

Sillon.	0m,12
»	0m,04
»	0m,18
»	0m,20
Faux mur.	0m,06

N° 21. MÈRE-DES-VEINES. — Cette veine présente de bien curieuses modifications sur son parcours. Très exploitable et très régulière à l'est et au nord de Charleroi, elle s'amincit vers l'est, au point de devenir inexploitable. Puis au charbonnage de Monceau-Fontaine, elle se renfle énormément jusqu'à avoir plusieurs mètres d'épaisseur, mais elle n'est cependant pas exploitable, car elle ne renferme qu'un mélange confus de terres et de charbon. Le sillon supérieur de cette veine, appelée Grande-Pieuse, est seul régulier. Vers Forchies, ce sillon, devenu plus puissant, est exploité. La veine présente aussi de curieux faits quant à la distance qui la sépare de la veine sous-jacente : veine Crèvecœur ou Maugis. Cette distance varie, tant en direction qu'en inclinaison de 18 mètres à 0m,60. Ce rapprochement se fait surtout vers le midi (Monceau-Bayemont, Providence). Nous donnons ici un exemple de composition physique de la veine dans la région où elle est bien régulière. Puits n° 1 des Charbonnages-Réunis de Charleroi. Étage nord de 532 mètres, deuxième plateur, taille levant :

Sillon du toit	0m,40
Havage	0m,23
Sillon du mur	0m,23

Le schiste du toit de la veine est gris et psammitique, et, à une certaine distance de la veine, il renferme de beaux restes de végétaux.

En allant vers l'ouest, ce toit change de nature, et à Monceau-Fon-

taine il y a au-dessus de la veine un schiste noir coquillier, surmonté de schiste psammitique à végétaux.

N° 22. VEINE CRÈVECOEUR. — C'est une des veines les plus importantes du faisceau. Sous ce nom et celui de Maugis, on la retrouve exploitée dans toutes les concessions, toujours avec une belle épaisseur. Aux Charbonnages-Réunis de Charleroi, par exemple, elle se présente généralement en un seul sillon massif d'environ 0m,75 avec un peu de terres noires au toit et au mur. Le toit, qui n'est pas toujours bon, est rempli de petits débris de végétaux.

N° 23. VEINE LES PIEUSES. — Cette veine, qui n'est pas de premier ordre, ni par sa puissance ni par la propreté de son combustible, est cependant toujours exploitable, et, sous les noms de Petite-Pieuse, Engin et Ronge, se retrouve partout avec une grande régularité de caractères.

Voici sa composition physique au puits n° 1 des Charbonnages-Réunis :

Sillon du toit . .	0m,22	Étage de 532 mètres au couchant.
Escaille	0m,20	
Sillon du mur . .	0m,35	

Le toit de la veine est un schiste noir, très doux au toucher, très bien feuilleté, avec lits de sidérose et coquilles.

Composition de la veine Engin au puits Feignat du Centre de Gilly :

Carbone fixe.	81.45	En 1856.
Matières volatiles . . .	13.34	
Cendres	5.21	

N° 24. VEINE MÈRE-DIEU. — Cette veine est beaucoup moins importante; elle n'est que rarement exploitée. On la connaît sous le nom de Masson, Coquelet.

Elle présente la composition suivante au puits n° 12 des Charbonnages-Réunis de Charleroi :

Bon toit.

Sillon du toit . . .	0m,30	Étage de 396 mètres au levant.
Terres	0m,23	
Sillon du mur . . .	0m,08	
Terres	0m,06	

Mur gréseux.

N° 25. VEINE BROZE. — Cette veine est, par sa continuité et sa puissance, une des plus importantes du faisceau. On la connaît aussi sous le nom de Troquette.

Dans la région de Monceau-Fontaine, elle se présente généralement en un seul sillon de 0m,80 environ d'épaisseur moyenne. Aux environs de Charleroi, elle se présente en deux sillons. Comme exemple, nous donnerons sa composition au puits n° 7 des Charbonnages-Réunis de Charleroi :

Sillon du toit	0m,40	Taille 19 *bis*.
Terres.	0m,45	
Sillon du mur	0m,60	

Le groupe des trois veines nos 25, 26 et 27 présente de remarquables exemples de réunion de veines sur lesquels nous comptons donner ailleurs plus de détails. Qu'il nous suffise de dire que de part et d'autre de la vallée du Piéton et sur une certaine étendue, la veinette Logerie se trouve à égale distance de Broze et de 6 paumes et qu'elle n'est pas exploitée vu sa faible épaisseur. En avançant, vers l'est, dans la portion sud de la concession des Réunis de Charleroi et à Sacré-Madame, cette veinette se rapproche assez de Broze pour être exploitée avec elle. La veine Broze se présente alors en trois sillons avec une puissance de charbon qui peut atteindre 1m,30. Voici comme exemple la composition de la veine au puits n° 2 des Charbonnages-Réunis, montage de communication vers le puits n° 12 :

Terres	0m,10
Sillon	0m,45
Havage	0m,55
Sillon	0m,60
Terres	0m,10
Sillon	0m,15

En allant vers l'ouest, la veine Logerie se rapproche au contraire de la veine Six-Paumes au point qu'à Forchies elle est exploitée avec elle.

Le toit de la veine Broze est formé d'un schiste noir finement feuilleté, riche en coquilles, qui passe rapidement, au-dessus, à du psammite et à du grès.

Composition chimique de la veine Troquette en plateur à l'étage

de 368 mètres du puits Sainte-Thérèse des Charbonnages-Réunis de Charleroi :

Carbone fixe	83.33
Matières volatiles	13.19
Cendres	3.20
Pyrite	0.28

N° 26. VEINETTE LOGERIE. — Cette veinette n'est jamais travaillée seule.

Voici sa composition au puits n° 14 de Monceau-Fontaine :

Toit de schiste gris, dur.		Étage de 544 mètres, bouveau à 630 mètres au levant.
Sillon	0^m,01	
Mur bien stratifié	0^m,30	
Sillon	0^m,40	
Mur	2^m,00	

N° 27. VEINE SIX-PAUMES. — Au charbonnage de Monceau-Fontaine, puits n° 14, elle se présente généralement avec la composition suivante :

Terres	0^m,04
Sillon	0^m,70

C'est d'ailleurs sa composition un peu partout. A Monceau-Fontaine, on constate que cette veine se réunit à la couche Petite-Veinette, et dans ce cas sa puissance se réduit à 0^m,40 et elle reste bien distincte.

N° 28. VEINE PETITE-VEINETTE. — Au puits n° 14 de Monceau-Fontaine, la veine se présente généralement avec la composition suivante :

Terres	0^m,06
Sillon	0^m,21
Terres	0^m,16
Sillon	0^m,32

Le toit de la veine est un schiste gris, avec petits fragments de végétaux.

Nous donnons ci-après un exemple de composition de la veine lors-

qu'elle est réunie à Six-Paumes. Nous l'extrayons aussi des travaux du même puits :

Veine Six-Paumes	Sillon	0m,45
Veine Petite-Veinette . . .	Terres.	0m,25
	Sillon	0m,25
	Terres.	0m,15
	Sillon	0m,45

Dans la région immédiatement à l'est de Charleroi, il est probable qu'il existe un phénomène semblable de réunion de deux veines. Je crois que la veine connue dans cette région sous le nom de Dix-Paumes Supérieure, et qui se présente en trois sillons, provient de la réunion de la Petite-Veinette à une autre veine. Voici la composition chimique que présentait cette veine Dix-Paumes au puits Saint-Louis du Poirier, en dressant à l'étage de 290 mètres :

Matières volatiles . .	18.57
Carbone fixe . . .	76.57
Cendres.	4.44
Pyrite	0.58

N° 29. VEINE GRANDE-VEINETTE. — Cette veine n'est presque jamais exploitée.

Voici quelle en est la composition au puits n° 14 de Monceau-Fontaine :

Gallet . . .	0m,22	Bouveau nord, étage de 615 mètres.
Havage . .	0m,04	
Terres. . .	0m,15	
Sillon . . .	0m,18	
Terres. . .	0m,01	
Sillon . . .	0m,21	
Escailles . .	0m,60	

N° 30. VEINE CENSE. — C'est une des veines les plus puissantes et les plus importantes du faisceau. Elle se fait remarquer par sa continuité et par la persistance de ses caractères. Voici un exemple de sa composition au puits n° 4 de Monceau-Fontaine :

Sillon. . . .	0m,20	Bouveau sud, étage de 650 mètres, branche nord, 450 mètres à l'ouest.
Terres noires .	0m,20	
Sillon. . . .	0m,50	
Havage . . .	0m,02	

Composition chimique de la veine Cense au puits n° 12 des Charbonnages-Réunis, où elle est connue sous le nom de veine de $0^m,70$:

Carbone fixe. . . .	76.42	Étage de 453 mètres, plateur.
Matières volatiles . .	14.32	
Cendres	9.24	
Pyrite	0.017	

Au toit de la veine, il y a du schiste psammitique très dur, qui passe rapidement, au-dessus, à du grès. Souvent même le grès repose directement sur la veine. En approchant du bassin du Centre, on voit apparaître, sur la veine, une couche de schiste noir feuilleté, luisant, avec lits de sidérose et coquilles.

N° 31. GRÈS. — Ce niveau de grès constitue un des horizons de grès des plus persistants et des plus caractéristiques, par sa constance, son épaisseur et sa dureté. Il donne généralement des eaux salées.

N° 32. VEINE AUX CLOUS. — Entre la veine Cense et la veine Querelle, il y a généralement plusieurs veinettes, dont une atteint une certaine épaisseur. Elle est connue sous les noms de Quatre-Paumes, Tambour, etc. Elle n'est presque jamais exploitée. Je ne suis pas certain que toutes ces veines soient synonymes, mais, en tous cas, il y a toujours à ce niveau une veine qui présente au toit soit un vrai *gallet*, soit un schiste noir à rayure brillante bien feuilleté, doux au toucher, coquillier. Au puits Deschassis des Charbonnages-Réunis de Charleroi, la Veine aux Clous présente la composition suivante à l'étage de 354 mètres, bouveau latéral nord à 900 mètres, à l'est partant de la voie de Strapette :

Gallet	
Sillon.	$0^m,05$
Schiste	$0^m,15$
Sillon.	$0^m,15$
Havage	$0^m,01$
Sillon dur	$0^m,25$
Faux mur.	$0^m,10$

Au puits Saint-Louis du Poirier, la veine Quatre-Paumes présentait

la composition chimique suivante en plateur à l'étage de 377 mètres :

Matières volatiles . .	16.85
Carbone fixe . . .	79.87
Cendres.	2.70
Pyrite	0.57

N° 33. VEINE QUÉRELLE. — Cette veine est une des meilleures du faisceau. Sous les noms de Six-Paumes, Maton, etc., on la retrouve dans toutes les concessions. Voici la composition qu'elle présente généralement au puits n° 1 des Charbonnages-Réunis de Charleroi :

Faux toit escailleux . . .	0m,10
Sillon	0m,85

Au toit, il y a un schiste gris psammitique qui, à une certaine distance de la veine, renferme de magnifiques empreintes végétales. Ce schiste passe rapidement à du psammite et même à du grès qui accompagne la veine avec persistance. C'est sans doute ce qui a valu son nom à la veine qui a un mur dur, parfois gréseux. La veine renferme beaucoup de nodules de pyrite avec cristaux. Comme toutes les veines dont le toit est gréseux et renferme des végétaux, la veine a souvent au toit des troncs d'arbres (cloches). Au charbonnage d'Amercœur, la veine avait la composition suivante dans les travaux de 1860 :

Carbone fixe.	85.9
Matières volatiles	12.3
Cendres	1.8

N° 34. VEINETTES. — Les veinettes qui sont sous la veine Quérelle présentent toutes le caractère d'avoir au toit du schiste psammitique avec belles empreintes végétales. Ce fait est encore rendu plus important parce qu'il en est de même de la veine Bâton. Cela indiquerait que pendant le dépôt de ces veines les conditions de formation sont restées sensiblement les mêmes.

N° 35. GRÈS. — Ce niveau de grès, fort dur, présente une assez grande constance, qui permet de l'utiliser comme point de repère. Il se présente souvent avec une stratification entre-croisée, indiquant une sédimentation dans des eaux très agitées. Les eaux jaillissant de ce grès sont souvent très salées.

N° 36. VEINE BATON-DE-VIEILLESSE. — Cette veine n'est exploitée que très localement. Voici un exemple de la composition qu'elle présente dans le puits Saint-Auguste de Monceau-Bayemont :

Sillon	$0^m,30$
Banc de schiste	$0^m,75$
Sillon	$0^m,20$

Cependant il arrive que des veinettes se rapprochent assez de la veine pour pouvoir être exploitées avec elle. Elles se présentent alors en plusieurs sillons avec de nombreuses intercalations de terres et, en conséquence, à l'abatage, la veine fournit un combustible fort sale. La grande ouverture de la veine explique le nom de Naye-à-Bois qu'on lui a donné, sans doute à cause de la nécessité d'un grand boisage. Tels sont les caractères de la veine connue aux Charbonnages-Réunis sous le nom de Duchesse ou Naye-à-Bois. Voici quelle est sa composition au puits n° 1, étage de 472 mètres :

Sillon	$0^m,50$
Rognons de pyrite. . . .	$0^m,02$
Sillon	$0^m,23$
Escailles	$0^m,40$
Sillon	$0^m,60$

Au toit de la veine, il y a un schiste noir feuilleté, avec végétaux, puis au-dessus un schiste psammitique avec superbes empreintes de fougères. On rencontre dans la veine beaucoup de nodules de pyrite.

N° 37. VEINE PISTOLE. — Cette veine n'est plus exploitée. On l'a jadis un peu exploitée à l'est de Charleroi. Sa composition est d'ailleurs très variable. Tandis qu'elle ne mesure que $0^m,20$ au bouveau nord, étage 619 mètres du puits Saint-Henri de Monceau-Bayemont, au bouveau sud, étage de 750 mètres du puits n° 4, de Monceau-Fontaine, elle mesure près de $0^m,80$ de charbon avec des intercalations de terres.

Dans les charbonnages immédiatement à l'est de Charleroi, on a exploité au même niveau que la veine Pistole une veine connue sous le nom de veine Cinq-Paumes. Cette veine, au puits n° 1 des Charbonnages-Réunis de Charleroi, a un toit de schiste dur rempli de beaux

débris de végétaux. Au charbonnage du Trieu-Kaisin, cette veine avait la composition suivante :

Faux toit	0^m,40
Charbon.	0^m,45
Terres	0^m,45
Escailles.	0^m,10

Cette veine avait la composition chimique suivante en plateur à l'étage de 272 mètres du puits n° 8 :

Matières volatiles.	17,20
Carbone fixe	81,45
Cendres	1,05
Pyrite	0,30

N° 38. VEINETTE. — Au puits Saint-Henri de Monceau-Bayemont, cette veinette a la composition suivante :

Escaillage	0^m,05
Charbon	0^m.20
Terre grasse	0^m,03
Charbon	0^m,08
Faux-mur.	0^m,20

Étage de 619 mètres bouveau nord.

N° 39. VEINE. — Cette veine, très complexe, se compose au même bouveau de cinq sillons de charbons et de cinq lits de terres et d'escaillage. Il est possible qu'elle représente la veine inexploitée recoupée dans les travaux du puits n° 1 des Charbonnages-Réunis sous le nom de Cinq-Paumes.

N° 40. GRÈS. — Rien ne serait plus curieux que de décrire les variations de ce niveau de grès, le plus variable certes que je connaisse en Belgique. Le plus souvent il est réduit à quelques minces bancs très isolés. Mais dans la concession de Monceau-Bayemont et dans celle d'Amercœur, on le voit tout à coup prendre des épaisseurs qui atteignent jusque 50 mètres, puis se réduire à quelques bancs sur une distance minime, tant en direction qu'en inclinaison.

Chapitre III. — Faisceau du Gouffre.

Ce faisceau est sans contredit le plus important de tout le bassin de Charleroi, aussi bien que de celui de la Basse-Sambre. A vrai dire,

les couches y sont bien moins nombreuses que dans le faisceau précédent, mais leur développement en superficie est incomparablement plus grand. Les veines, plus puissantes, sont aussi d'une régularité remarquable. Leur combustible quart-gras ou anthraciteux, jadis peu apprécié, voit de jour en jour se développer ses emplois. Il y existe encore de grandes surfaces à exploiter.

N° 41. VEINE ANTHRACITE. — Cette veine est une des plus curieuses du bassin de Charleroi. Elle n'existe pas partout et sa présence est liée d'une façon fort étroite aux variations du niveau de grès dont nous venons de parler, ainsi qu'à celles de la veine Caillette sous-jacente. Elle a été pour la première fois bien reconnue dans les bouveaux nord du puits n° 1 des Charbonnages-Réunis, où on lui a donné son nom. C'est là qu'elle est le mieux caractérisée. Elle y présente une épaisseur d'environ $0^{m},30$ en un seul sillon d'un charbon brillant gris un peu argenté, dur, sonore, à cassure éminemment conchoïdale.

Un échantillon que j'ai prélevé au bouveau nord de l'étage de 620 mètres m'a donné la composition suivante :

Carbone fixe.	87,57
Matières volatiles . . .	8,81
Cendres rougeâtres. . .	3,44

C'est donc, comme on le voit, un des charbons les plus pauvres en matières volatiles du bassin. Il est bien plus maigre que les couches exploitées en dessous d'elle.

Au toit de la veine, il y a, sur une épaisseur d'environ $0^{m},40$, du schiste noir extrêmement fin, bien feuilleté, doux au toucher, à rayure brune luisante, avec lits plus grossiers, imprégnés de sidérose et montrant de beaux restes de coquilles. Au-dessus vient du psammite. Dans le schiste, il y a des joints tapissés de calcite et la cassure est remarquablement parallélipipédique. J'ai retrouvé cette veine sur de grandes étendues, à Forchies, au puits n° 10 de Monceau-Fontaine, au Petit-Try, etc. Elle n'existe jamais lorsque le niveau de grès supérieur se rapproche de la veine Caillette. De plus, lorsque celle-ci est épaisse et exploitable, elle n'existe pas non plus. Sa distance de la veine Caillette est d'environ 3 mètres. Il se pourrait fort bien que ce ne fût qu'un sillon très écarté de la Caillette, ce qui expliquerait la liaison signalée ci-dessus.

N° 42. VEINE CAILLETTE. — Cette veine est loin d'être partout

exploitable. Elle l'est surtout dans la partie nord du bassin et, chose curieuse, elle l'est aussi dans toute la largeur du bassin, suivant une bande comprise entre Lodelinsart et la vallée du Piéton. C'est là aussi dans les concessions du Centre de Jumet, d'Amercœur, de Monceau-Bayemont, de Marchiennes, qu'elle est le plus utilement exploitable.

Au charbonnage d'Amercœur puits Chaumonceau étage de 226 mètres, la veine présente la composition suivante dans un petit bouveau montant à 1 kilomètre à l'est :

Sillon	0^m,25
Terres noires	0^m,01
Sillon	0^m,25

Au toit de la veine, il y a 0^m,30 de schiste noir brillant à rayure luisante, très feuilleté, très doux au toucher. Au-dessus, il y a du schiste psammitique et du psammite.

A cet endroit un échantillon m'a fourni la composition suivante :

Carbone fixe	86^m,90
Matières volatiles . . .	11^m,50
Cendres rouges	1^m,60

N° 43. VEINE HERMITE. — Cette veine n'est que rarement exploitée, malgré sa puissance, et cela à cause surtout de la saleté de son combustible.

Voici la composition qu'elle présente au puits Saint-Auguste-de-Monceau-Bayemont, bouveau nord, étage de 857 mètres :

Toit de schiste gris dur pesant.

Sillon	0^m,02
Schiste	0^m,02
Sillon	0^m,12
Schiste avec lignes de charbon . .	0^m,20
Sillon	0^m,08
Escaille dure	0^m,05
Sillon	0^m,55

Mur en un très gros banc gréseux.

La stampe qui se trouve entre Hermite et Dix-Paumes est celle qui présente le plus de difficultés dans le bassin, par suite de son extrême variation. Sur des distances de 100 mètres à peine les veines ou vei-

nettes qu'on y rencontre sont disparues ou ont changé de caractères. Cette stampe se fait remarquer aussi par l'abondance des veinettes qu'on y rencontre. Ces veinettes, souvent puissantes en charbon, sont cependant si irrégulières ou leurs sillons si éparpillés que ce n'est qu'exceptionnellement qu'elles sont exploitables. La stampe est caractérisée aussi par la rareté relative des horizons de grès et par la nature très maigre de son charbon qui, dans quelques veinettes, devient même de l'anthracite (*gallet*). On doit remarquer d'ailleurs que la veine Caillette participe aussi de ce caractère, car son charbon est toujours plus maigre que celui de la veine Dix-Paumes, cependant bien inférieure dans la série.

Au point de vue de l'exploitabilité des couches qu'on y observe, cette stampe donne lieu aux remarques suivantes. Dans la partie orientale du bassin, la stampe est à peu près stérile. Chose curieuse, cet état change dans la région entre Charleroi et Châtelineau, où quelques couches sont exploitables dans la stampe. Mais la stérilité reprend à l'ouest de Charleroi pour ne disparaître qu'en arrivant dans le bassin du Centre, où bon nombre de veinettes de la stampe sont devenues des veines exploitables. Sur le bord nord et le bord sud du bassin, dans la portion occidentale, il y a aussi dans la stampe des veines exploitées.

De cette stampe complexe nous ne décrirons que les éléments les plus importants, qui présentent un certain intérêt ou une certaine constance.

N° 44. VEINE-AU-GALLET. — Cette veine est parfaitement caractérisée au puits Saint-Auguste de Monceau-Bayemont, où elle présente la composition suivante :

Charbon ordinaire sulfureux . . .	$0^m,05$	Étage de 857 mètres bouveau nord.
Anthracite (*gallet*)	$0^m,05$	
Schiste noir	$0^m,08$	
Charbon brillant ordinaire, sulfureux	$0^m,05$	
Anthracite (*gallet*)	$0^m,06$	
Schiste.	$0^m,02$	
Charbon ordinaire	$0^m,05$	
Gallet	$0^m,05$	
Schiste terreux	$0^m,05$	
Charbon ordinaire	$0^m,15$	

Le toit de la couche est formé d'un schiste feuilleté noir brillant.

A l'analyse, les deux variétés de charbon de la couche m'ont fourni les compositions suivantes :

Matières volatiles . .	8m,32	*Gallet.*
Carbone fixe	55m,38	
Cendres blanches . .	36m,30	
Matières volatiles . .	9m,20	Charbon.
Carbone fixe	79m,96	
Cendres rouges . . .	10m,34	

Il n'est pas du tout certain que toutes les veines connues dans un grand nombre de charbonnages sous le nom de veine-au-gallet, soient synchroniques. Il est probable que le contraire est vrai et qu'il y a plusieurs niveaux de ces veines de combustible particulier.

N° 45. VEINE. — Il n'est pas rare de rencontrer entre la veine Caillette et la veine Tatouie des veines très puissantes mais qui ne sont qu'un amas confus de terres et de charbon. Tel est le cas dans les charbonnages d'Amercœur et de Monceau-Bayemont. Dans ce dernier, la veine a presque 5 mètres de puissance. On a donné le nom de Tatouie à ces amas, mais à tort, car la véritable veine Tatouie a une position bien définie et se trouve plus bas.

N° 46. VEINE NEUF-PAUMES. — Il arrive parfois dans les deux concessions que nous venons de citer qu'il y a aussi un peu plus bas une veine parfois exploitable. Au puits Saint-Auguste de Monceau-Bayemont, la veine a la composition suivante au bouveau nord, étage de 857 mètres :

Charbon	0m,35
Terres noires	0m,08
Charbon	0m,12

Au toit de la veine, il y a du schiste psammitique avec débris de plantes.

N° 47. VEINE TATOUIE. — Cette veine est remarquable par les modifications qu'elle subit dans les différentes régions du bassin. D'une façon générale, on peut dire qu'elle est inexploitable au centre du bassin. Dans ce cas, tantôt les trois sillons ou plus dont se compose la veine s'écartent au point que la veine disparaît comme telle; tantôt ces

sillons ne forment qu'une veine extrêmement malpropre, d'où son nom de Tatouie. Mais il n'en est pas de même vers l'extrémité du bassin, dans la Basse-Sambre. La veine y est avantageusement exploitée sous le nom de Picnaire, Veine-les-Sillons, Sainte-Marie, etc. Sur le bord nord du bassin, elle est aussi fréquemment déhouillée. Mais la région où elle est la plus importante, c'est sur le bord sud, au midi de la faille du Carabinier. Là elle est très puissante et connue sous le nom de Onze-Paumes. Nous donnons ici comme exemple de sa composition celle qu'elle présente au puits n° 2 du Boubier, au plan incliné à l'ouest du bouveau sud de l'étage de 450 mètres :

Bon toit dur, gris, rempli de plantes disposées à plat.	
Escaillage avec lits de charbon (mauvais toit). . .	0^m,60
Charbon	0^m,05
Mur	0^m,35
Charbon	0^m,40
Havage	0^m,01
Charbon	0^m,30
Havage	0^m,005
Charbon	0^m,35
Terres noires	0^m,05

La veine renferme beaucoup de nodules de pyrite et de nodules de grès.

Composition de la veine Onze-Paumes au puits n° 2 du Carabinier en 1856 :

Carbone fixe	85.66
Matières volatiles. . . .	11.85
Cendres.	2.49

N° 48. GRÈS DE HAM. — Le niveau de grès en question présente dans la Basse-Sambre une importance considérable. Il est d'autant plus épais et ses caractères sont d'autant plus tranchés qu'on l'observe plus à l'est. Déjà au méridien de Châtelet, il a perdu son épaisseur et la plupart de ses caractères. Aussi c'est dans la concession de Ham-sur-Sambre, là où il apparaît, que nous l'étudierons. Il y présente une épaisseur de 10 à 12 mètres d'un grès très dur, très grossier, à fort gros grains, très feldspathique et avec grandes paillettes de mica blanc. Sous cet état, il ressemble complètement au poudingue houiller dont il ne se distingue que par l'absence de ces grains noirs de phtanite, si caractéristiques du poudingue.

Le grès de Ham renferme fréquemment, comme le poudingue, des grains ou des cailloux de charbon brillant. Ce niveau de grès joue un très grand rôle à la surface du sol dans les concessions de Ham, d'Arsimont, de Falisolle, d'Oignies-Aiseau et du Roton. On l'a fréquemment confondu avec le poudingue. Dans les affleurements, il se distingue du poudingue en ce que celui-ci prend par altération une teinte blanche ou rosée et un éclat vitreux. Le grès de Ham, dans les mêmes circonstances, reste plus terne et plus verdâtre.

Comme nous le démontrerons dans un autre travail, nous le considérons comme le correspondant du grès de Flémalle du bassin de Liége.

N° 49. VEINE DIX-PAUMES. — Nous voici arrivé à la veine de loin et sans conteste possible la plus importante du bassin. C'est une des veines les plus remarquables de la Belgique par sa puissance et sa régularité. Dans le bassin de Charleroi et de la Basse-Sambre, nulle part elle n'est inexploitable. Une bonne part de la houille extraite dans le bassin provient de cette veine, sans laquelle certainement bien des charbonnages n'existeraient plus. L'importance de cette veine nous engage à la décrire un peu plus en détail, d'autant plus qu'aux qualités précitées elle joint encore celle de fournir un combustible bien propre, à mailles serrées, comme le disent les ouvriers, très gailleteux.

Le charbon de la veine est généralement plus gras que celui des veines immédiatement supérieures. Voici un exemple de sa composition au charbonnage d'Oignies-Aiseau en 1860 (veine Sainte-Barbe) :

Carbone fixe.	80.4
Matières volatiles	16.1
Cendres	3.5

La veine est connue sous des noms très divers : Grande-Veine, Grand-Défoncement, Marengo, Philippart, Sainte-Barbe, Grosse-Fosse, Huit-Paumes, etc.

Sur le bord nord du bassin, la veine est remarquablement belle. Témoin la composition suivante au charbonnage Grand-Conty, puits Spinois, taille 3, 1re série, plateur à l'étage de 122 mètres à l'extrémité de la voie de roulage électrique :

Charbon : $1^{m},25$ en trois sillons à peine indiqués par une ligne terreuse.

Toit gris avec plantes à plat (cordaïtes).

Dans la partie centrale du bassin, la couche n'est pas aussi épaisse. Comme exemple, nous citerons la composition suivante au puits n° 8 du Trieu-Kaisin :

Charbon	$0^m,45$
Nodules de sidérose (clous) .	$0^m,04$
Charbon	$0^m,34$
Terres noires	$0^m,20$

Sur le bord sud du bassin, la veine redevient épaisse, comme l'indique la composition suivante au puits n° 2 du Boubier, étage de 425 mètres sud, où elle est connue sous le nom veine Huit-Paumes :

Charbon	$0^m,50$
Havage	$0^m,03$
Charbon	$0^m,35$
Havage . . . . . $0^m,03$ à	$0^m,20$
Charbon	$0^m,40$
Faux mur	$0^m,02$

Un caractère très constant de la veine, c'est de présenter des nodules isolés ou en lits continus de pyrite oolithique. Ce fait se présente dans presque tous les charbonnages. Au toit de la veine, il y a généralement du schiste dur, formant bon toit. Il est rare qu'à une distance assez faible de la veine il n'y ait pas du schiste gris, riche en belles empreintes végétales. Dans la partie centrale du bassin, il y a très souvent, un peu au-dessus de la veine, une veinette appelée veiniat de Dix-Paumes, qui n'est presque jamais exploitée avec la veine. Sur le bord sud du bassin, cette veinette n'existe pas, et il se pourrait très bien qu'elle soit représentée par le troisième sillon de la veine Dix-Paumes dont elle se serait rapprochée. C'est à ce fait que la veine devrait sa puissance plus forte.

Dans bon nombre de charbonnages du bord nord, tels que le Hasard, Petit-Try, Baulet, Appaumée-Ransart, Masses-Diarbois, Bois communal de Fleurus, Noël-Sart-Culpart, il y a, un peu au-dessus de la veine, une veinette dont le toit est formé par un schiste noir intense, pesant, avec lits de sidérose noire et riche en fossiles. Lorsque cette veinette est en contact avec la veine Dix-Paumes, le niveau fossilifère repose ainsi au toit de cette dernière. La veine Dix-Paumes renferme aussi fréquemment des cailloux ronds de quartzite et même des gallets bien arrondis de charbon.

N°. 50. VEINE LES-VEINETTES. — Il y a généralement sous la veine Dix-Paumes un groupe de deux veinettes qui n'est jamais exploité et ne porte pas de nom. Au Boubier, il y en a trois et quelquefois même cinq assez épaisses et que l'on a essayé d'exploiter. (Série sous la faille du Carabinier.)

N° 51. VEINE ANGLAISE. — Cette veine est très intéressante, non pas par son importance, car elle n'est presque jamais exploitable, mais par la persistance de ses caractères très particuliers qui permettent de l'utiliser comme point de repère de la partie inférieure du faisceau.

Voici quels sont ces caractères : Elle se présente fort souvent en plusieurs sillons séparés par des terres noires, épaisses, ou par du mur. Son combustible est très malpropre. En dessous et tout près, il y a un niveau parfois épais d'un grès très dur. Immédiatement au-dessus du sillon supérieur, il y a une couche de *gallet* variant de $0^m,01$ à $0^m,10$ d'épaisseur. C'est la présence de ce *gallet*, qui ressemble à du charbon anglais (*cannel coal*), qui a fait donner son nom à cette veine. Voici en quoi consiste cette roche à laquelle les mineurs du pays de Charleroi donnent le nom de *gallet* et dont nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de signaler la présence dans le bassin. C'est une roche d'un noir intense, très brillant, parfois même douée d'un éclat argenté. Sa rayure est d'un noir luisant. Elle est compacte, à cassure nettement conchoïdale, et au choc produit le même bruit qu'une planchette de bois bien sec. Elle paraît provenir de la sédimentation d'argile très fine, fortement imprégnée de matières charbonneuses. Elle renferme très souvent de petits fruits et, à part cela, ne présente guère d'autres débris organisés.

La persistance de cette roche au toit de la veine Anglaise est très remarquable. Elle se présente le mieux caractérisée et le plus puissante au charbonnage du Gouffre, où elle atteint près de $0^m,10$ d'épaisseur. Généralement ailleurs elle est moins puissante. Elle existe dans tous les charbonnages à l'est de la vallée du Piéton, mais déjà en approchant de cette vallée elle s'oblitère pour disparaître complètement à l'ouest. On exploite quelquefois la veine, par exemple au charbonnage du Roton, sous le nom de veine Grand-Saint-Nicolas, et où elle présente la composition suivante, étage de 300 mètres du puits Roton, bouveau nord, partant de la voie du veinat de Huit-Paumes, à l'ouest du puits :

Gallet.	$0^{m},05$
Charbon très schisteux	$0^{m},22$
Schistes avec végétaux et nodules de sidérose.	$0^{m},15$
Charbon.	$0^{m},25$
Mur	$0^{m},70$
Charbon.	$0^{m},30$
Mur avec lignes de charbon	$0^{m},60$
Grès très dur	2 mètres

N° 52. VEINETTE CINQ-PAUMES. — Cette veinette est très remarquable par sa régularité. Partout elle existe avec une puissance peu variable, voisine de $0^{m},40$. Elle n'est presque jamais exploitée. Au toit, il y a le plus souvent du schiste dur avec végétaux. Quelquefois cependant il y a là du schiste coquillier, comme au Boubier. Les schistes compris entre la veine Anglaise et la veine Cinq-Paumes sont généralement fort durs, zonés de lignes grises de sidérose.

N° 53. VEINE HUIT-PAUMES. — Cette veine est très importante, surtout dans la partie orientale du bassin. Elle est connue sous des noms très divers : Grande-Veinette, Grosse-Masse, Grande-Veine des Haies, Avaleresse, Victor, Ahurie, etc. Elle est surtout exploitable sur les bords du bassin et dans la partie orientale. Dans la zone tout à fait centrale en s'avançant vers l'ouest, elle disparaît par places et dans certaines concessions, telles qu'au Poirier, Trieu-Kaisin, Gouffre. On a cru remarquer que lorsque cette veine était exploitable, la veine inférieure Gros-Pierre ne l'était pas, et vice versa. Les caractères de la veine changent avec les régions. Dans la région centrale et surtout vers l'ouest, elle est en plusieurs sillons et elle a au toit un schiste psammitique avec plantes. Témoin au charbonnage d'Amercœur, où elle présente la composition suivante (Ve Grande veinette) :

Escaillage charbonneux	$0^{m},10$	Puits Bellevue, bouveau nord, étage 459 mètres.
Sillon du toit . . .	$0^{m},40$	
Escaillage.	$0^{m},10$	
Charbon	$0^{m},50$	

Sur le bord nord du bassin, sur le bord sud et dans la partie orientale, la veine est au contraire presque toujours en un seul sillon atteignant $0^{m},90$ de puissance. Elle constitue alors une veine de premier ordre. Dans ce cas, au toit on trouve du schiste noir à rayure brune avec lits de sidérose et très coquillier.

Composition de la veine des Haies au puits n° 1 du charbonnage de Baulet :

Carbone fixe	90.38	En 1856.
Matières volatiles . . .	9.04	
Cendres	1.48	

N° 54. GRÈS. — Le grès qui se trouve sous la veine Huit-Paumes constitue dans la Basse-Sambre un horizon constant et caractéristique. C'est un grès très dur et épais qui, par l'exposition à l'air, prend une teinte blanche ou blanc crème. Il est très quartzeux et parfois a même l'aspect d'un quartzite. Il est quelquefois immédiatement sous la veine, et dans ce cas les bancs supérieurs sont remplis de radicelles de stigmaria.

N° 55. VEINIAT DE GROS-PIERRE. — Dans la partie orientale du bassin, surtout dans la Basse-Sambre et sur le bord sud du bassin, il y a une veinette à peu de distance de la veine. Cette veinette est à des distances variables de la veine. Parfois elle s'en rapproche assez pour être exploitée avec elle. Ce cas s'est présenté au charbonnage d'Arsimont. Parfois on l'exploite séparément, comme à Oignies-Aiseau, mais c'est rare. Le charbon de cette veinette est fort pyriteux. Son toit est formé de schiste riche en écailles de poissons.

N° 56. VEINE GROS-PIERRE. — Cette veine présente une très grande importance là où elle existe, mais elle fait défaut dans certaines régions, surtout dans la partie centrale du bassin et d'autant plus qu'on s'avance davantage vers l'ouest. Elle se prolonge moins loin que la veine Huit-Paumes et, chose curieuse, sa disparition est assez brusque. La veine est connue sous des noms très divers : Veine-à-l'eau, Petite-Masse, Faux, Pommier, Bragard, Lambiotte, Ahurie, etc. Elle est de nature fort complexe, souvent en plusieurs sillons. Témoin la composition suivante au puits n° 8 du Trieu-Kaisin :

Charbon.	0m,20	Au levant de la concession.
Terres	0m,40	
Charbon.	0m,15	
Terres	0m,06	
Charbon.	0m,15	
Gallet	0m,10	
Charbon.	0m,43	
Faux-mur	0m,06	
Grès.		

Le charbon de la veine est particulier, très fibreux, avec mouches de pyrite. La veine renferme fréquemment des cailloux ronds de quartzite.

Composition de la veine au puits n° 5 du Gouffre :

Carbone fixe	82.16
Matières volatiles . . .	11.85
Cendres	5.99

Le toit de la veine varie beaucoup suivant les régions. Sur le bord nord, vers l'est, il est formé de schiste noir pailleté, pyriteux, à rayure noire. Dans la Basse-Sambre, vers l'est, le toit est un schiste noir très feuilleté. Mais au fur et à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, ce toit devient plus dur et plus psammitique. A Pont-de-Loup, le toit est devenu absolument psammitique Dans la zone intermédiaire, là où le toit est formé de schiste psammitique (Oignies-Aiseau, Aiseau-Presles), on y trouve de belles empreintes végétales.

N° 57. GRÈS. — Le grès au mur de la veine forme dans tout le bassin, mais surtout dans la région de l'est, un horizon remarquable par ses caractères et par sa constance. C'est un grès très dur, passant parfois à un véritable quartzite, souvent vitreux, fissuré, aquifère. Les eaux qui en sortent sont souvent salées et toujours sulfureuses. Il est très épais et souvent il vient immédiatement sous la veine, dont il n'est séparé que par un peu de faux mur. Dans ce cas, on y voit à la partie supérieure des radicelles de stigmaria.

§ 2. — Assise inférieure ou assise de Châtelet.

Chapitre Ier. — Faisceau de Chatelet.

Avec ce faisceau, nous entrons dans une zone houillère dont la pauvreté fait contraste avec la richesse des faisceaux supérieurs. Il est fort probable, en effet, que, sauf dans des circonstances locales, on n'y trouve qu'une seule veine exploitable, de puissance d'ailleurs réduite.

N° 58. GRÈS. — La stampe entre Gros-Pierre et Léopold est remarquable par les puissants niveaux de grès dur qu'on y observe. Ces grès, quand on les recoupe pour la première fois, donnent généralement

des eaux salées. Un de ces niveaux de grès est particulièrement dur. Au charbonnage d'Arsimont, il était très grenu, vitreux et avec noyaux de sidérose qui lui donnaient l'aspect d'un poudingue.

N° 59. VEINETTE. — Cette veinette acquiert parfois une épaisseur assez grande. Aussi on y a fait parfois des tentatives d'exploitation, d'ailleurs éphémères.

N° 60. VEINETTE DOUBLE. — La veinette à laquelle j'ai donné ce nom constitue dans la Basse-Sambre un excellent point de repère par sa continuité. On la retrouve partout à environ 120 mètres sous la veine Gros-Pierre. Les deux veinettes sont séparées par un mur d'environ 4 mètres de puissance. Le toit de la veinette supérieure est un schiste noir, à rayure brune, mal feuilleté, fossilifère.

N° 61. VEINE SAINTE-BARBE DE FLORIFFOUX. — Cette veine est certainement la plus facile à reconnaître dans tout le bassin, par l'ensemble de ses caractères absolument particuliers. Elle est plus puissante vers l'extrémité est du bassin, où on l'a exploitée. Dans cette région, elle se présente généralement en deux sillons. Voici un exemple de la composition particulière qu'elle présente au bouveau sud, étage de 240 mètres, puits n° 1 de Falisolle :

Toit de schiste noir bien feuilleté avec gros nodules ovoïdes de calcaire très dur, siliceux et sidéritifère. Ces nodules ont généralement un grand diamètre de $0^{m},15$ et sont très fossilifères, ainsi que le schiste qui les enveloppe;

Banc de $0^{m},20$ de sidérose zonaire, bien stratifié, avec veines blanches perpendiculaires à la stratification.

Sillon du toit	$0^{m},10$
Escaille très dure avec débris de plantes . .	$0^{m},80$
Sillon du mur.	$0^{m},40$

Banc de $0^{m},20$ d'une roche blanche, siliceuse, avec radicelles de stigmaria.

Mur très dur.

Le banc de sidérose à veines blanches se retrouve dans plusieurs charbonnages.

Quant à la roche siliceuse du mur, elle acquiert une grande continuité, surtout dans la région comprise entre la faille du Gouffre et celle du Carabinier, où elle atteint parfois 1 mètre de puissance,

comme à Pont-de-Loup et à Falisolle. C'est alors un banc très dur, grisâtre, avec veines blanches, qui ressemble à la roche appelée Ganister en Angleterre.

En avançant vers l'ouest, la veine diminue de puissance et ne paraît plus qu'en un sillon. Ainsi au charbonnage d'Ormont, puits Saint-Xavier, la veinette n'a guère que $0^m,30$. Au-dessus, on trouve du schiste noir feuilleté avec les mêmes fossiles. Dans ce schiste, il y a de petits lits et de petits nodules de $0^m,01$ de calcaire. Presque immédiatement sur la veinette, il y a une petite couche grisâtre, sidéritifère, toute recouverte d'efflorescences de chlorure de sodium. Dans la partie supérieure de la veinette, le charbon est très dur avec lamelles de calcite. Ce charbon au bouveau nord, étage 560 mètres, 57 mètres au sud de Léopold m'a fourni à l'analyse les résultats suivants :

Carbone fixe	68.72
Matières volatiles totales	17.00
Matières volatiles (anhydride carbonique déduit).	13.07
Cendres brun noirâtre	14.28
Chaux (CaO)	5.00
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	3.10
Anhydride carbonique	3.928

Pour avoir le titre exact en matières volatiles, il aurait fallu tenir compte de la pyrite qui existait aussi dans le charbon.

Là où l'on a exploité la veine, on a constaté qu'elle présentait une allure en chapelet très marquée, avec renflements et étreintes. A 1 mètre au-dessus de la veine, à Floriffoux, se trouvait du schiste gris avec beaux végétaux.

N° 62. VEINETTE. — Cette veinette, dans quelques concessions du bord sud dans la Basse-Sambre, est reconnaissable au petit banc de schiste noir intense, traçant, qui se trouve immédiatement sur la veinette.

N° 63. VEINIAT DE LÉOPOLD. — Cette veinette, qui parfois se rapproche assez de la veine pour être exploitée avec elle, acquiert aussi parfois assez de puissance pour être exploitée seule. Tel est le cas à Ormont. Au toit de la veinette, il y a souvent du schiste noir pailleté, fossilifère.

N° 64. VEINE LÉOPOLD. — Cette veine, connue sous des noms

très divers : Drion, Hembize, Saint-Remy, Grande-Veine de Floriffoux, est le plus souvent exploitable. Le plus souvent elle est en un seul sillon massif de $0^{m},50$ de puissance et plus. Le toit est généralement bon, sauf à Ormont, où il y a un peu de terres au toit. Par suite de la solidité des terrains et de sa régularité, la veine donne généralement un excellent rendement, malgré sa puissance réduite. Au toit de la veine, dans le massif du Gouffre, il y a un schiste noir dur, feuilleté, très fossilifère. Ce schiste renferme des lits de sidérose noire dont l'un, de $0^{m},10$, tout près de la veine, est très régulier. Au-dessus, le schiste devient gris, psammitique, avec beaux végétaux. Dans le massif du Carabinier, il n'en est pas toujours de même. Tantôt on trouve au toit de la veine du schiste noir fossilifère, tantôt et à très peu de distance on voit reposer immédiatement sur la veine du schiste psammitique et même du grès. Lorsque le toit est formé de schiste noir, on y voit des nodules avellanaires de pyrite compacte. Au charbonnage de Noël-Sart-Culpart, ces nodules deviennent pugilaires parfois.

Composition de la veine Drion, au puits Conception du charbonnage de Marcinelle-Nord, étage de 398 mètres :

Matières volatiles	14.2
Carbone fixe.	75.8
Cendres	10.0

N° 65. VEINE PASTURE. — On a exploité sous ce nom pendant quelque temps à Forte-Taille une veine peu puissante. Dans certains charbonnages, on a rencontré sous la veine Léopold des veinettes un peu épaisses, que l'on a quelquefois baptisées du nom de veines. Telles sont les veines Stocky au Boubier, Massart à Floriffoux. En tous cas, la stampe qui existe entre Léopold et le poudingue houiller est fort peu connue, n'ayant guère encore été percée dans nos charbonnages. J'ajouterai aussi que cette stampe est d'épaisseur assez variable. D'environ 100 mètres au méridien de Charleroi, elle augmente vers l'est jusqu'à avoir 140 mètres, à Floriffoux.

N° 66. VEINETTE. — On a recoupé à Forte-Taille une curieuse veinette, qui avait la composition suivante :

Couche de pyrite	$0^{m},10$
Charbon	$0^{m},15$
Mur	$0^{m},50$
Charbon	$0^{m},15$

La présence de cette couche de pyrite tendrait à faire croire que cette veinette est l'équivalent d'une petite veine que l'on a recoupée dans les recherches au midi faites à Oignies-Aiseau et à Falisolle. On y a recoupé aussi, entre la veine Léopold et le poudingue, une veinette ayant au toit une petite couche de pyrite. Seulement cette veine était plus près de Léopold et plus loin du poudingue.

§ 3. — Houiller inférieur. — Assise d'Andenne.

CHAPITRE Ier. — FAISCEAU DE NAMUR.

Ce faisceau, le dernier du Houiller, est relativement plus riche que le précédent. Il se fait remarquer par la puissance et la dureté de ses bancs de grès, par l'abondance de l'élément siliceux dans les schistes, qui sont toujours un peu psammitiques et durs, se maintenant fort bien sans boisage dans les travaux.

N° 67. POUDINGUE HOUILLER. — Nous ne dirons pas grand'-chose du poudingue, dont la description a été maintes fois donnée. Nous renverrons aux travaux de MM. Briart, Faly, Mourlon, Purves, Smeysters, Firket et aux nôtres. Nous nous contenterons de faire remarquer que le nom donné à cette roche prête souvent à confusion. En réalité, la roche est loin d'être toujours un poudingue. Dans la Basse-Sambre, le niveau est représenté par des grès grenus, feldspathiques, qui ne peuvent se distinguer des grès semblables de Ham et de Salzinnes que par la présence de grains de phtanite noir. Sur le bord nord du bassin, du côté de Gosselies, la roche est un poudingue à petits éléments. Chose remarquable, dans les charbonnages à l'ouest de Charleroi, à Amercœur, à La Rochelle, à Forte-Taille, on a recoupé dans les travaux cette roche sous forme d'un poudingue à gros éléments, avec cailloux bizarres de grès houiller, de phtanite et de sidérose.

N° 68. VEINE SAINTE-ANNE. — Sous ce nom, ou sous celui de Veine au Chaïsse, on a exploité quelque temps à Spy une veine composée de deux sillons de charbon de 0m,15 chacun, séparés par un banc de 0m,30 de chaïsse (schiste noir avec lits minces de charbon). Au charbonnage du Carabinier, puits n° 3, on a percé au même niveau une veinette ayant au toit un banc de 0m,03 de calcaire à Crinoïdes, fossilifère.

N° 69. CALCAIRE. — Au charbonnage de Spy, on a percé à ce niveau un banc de calcaire noir, compact, dur, siliceux et sidéritifère, fossilifère.

A peu près au même niveau au charbonnage de Forte-Taille, on a percé une couche de calschiste avec Crinoïdes, très fossilifère.

N° 70. CALCAIRE. — Au charbonnage de Spy, on trouve d'une façon très persistante un niveau de calcaire avec beaux Crinoïdes, que nous avons déjà décrit en détail ailleurs. J'ai observé dans les travaux du bure Muré la composition suivante de ce niveau de calcaire :

Calcaire noir, pyritifère, avec grands articles de Crinoïdes.	$0^{m},72$
Schiste noir	$0^{m},90$
Calcaire gris un peu violacé avec Crinoïdes localisés . .	$0^{m},20$

Il est probable que les niveaux de calcaire à Crinoïdes que l'on a reconnus dans les grands bouveaux de recherche vers le midi au puits n° 1 d'Arsimont, sont le correspondant du calcaire n° 69. De plus, nous avons aussi retrouvé dans une position voisine, un banc de calcaire à Crinoïdes, au puits Cayat du Mayeur-François, au charbonnage de la Réunion à Mont-sur-Marchienne. Ce niveau de calcaire à Crinoïdes se poursuit donc fort loin et peut servir de point de repère précieux.

N° 71. VEINE DU CALVAIRE. — Sous ce nom, on a exploité longtemps à Spy une veine remarquable par sa puissance et sa régularité. C'est certainement la veine la plus importante du Houiller inférieur. On l'exploite aussi sous les noms de Vivier, Chêne-Renversé et Tienne-Maquet dans les charbonnages des environs de Namur. La veine se présente en un seul sillon de $0^{m},55$ à $0^{m},60$ et davantage avec havage au mur. Le toit, très bon, est formé d'un schiste dur avec lits de sidérose et très fossilifère. Le mur est dur et gréseux.

N° 72. VEINETTE. — Cette veinette a été parfois exploitée au charbonnage de La Plante, sous le nom de Petite-Veine du Tienne-Maquet. Au-dessus, il y a dans ce charbonnage un banc de grès très quartzeux, gris bleu, facile à reconnaître.

N° 73. VEINE SÈCHE. — Cette veine se compose le plus souvent de petits lits nombreux de charbon, alternant avec des couches de schiste, riches en végétaux et en nodules de sidérose. Elle est naturellement inexploitable. Seulement au charbonnage de la Basse-Marlagne,

on l'a exploitée assez longtemps par suite d'une richesse plus grande en charbon.

N° 74. GRÈS DE SALZINNES. — Cet horizon de grès présente avec le poudingue houiller les analogies les plus frappantes; aussi a-t-il été confondu avec lui. On ne l'en distingue que par l'absence de grains noirs de phtanite. Il renferme abondamment des grains et des cailloux de charbon brillant. Il a été activement exploité jadis dans la Montagne au sud de Namur, à la Gueule-du-loup, à Flawinne, etc.

N° 75. CALCAIRE. — Dans les affleurements de Houiller visibles dans la Montagne de la citadelle de Namur, j'ai trouvé un niveau de gros nodules de calcaire, fortement imprégnés d'argile et de sidérose et très riches en fossiles. Il m'a été impossible de repérer exactement la position de ce niveau de calcaire par rapport aux couches du charbonnage du Château, mais je crois cependant que la position que je lui ai assignée dans l'échelle ne doit pas différer beaucoup de la réalité.

N° 76. VEINE DU FORT-D'ORANGE. — Cette veine a une très grande importance dans les environs de Namur. Sous les noms de Chauvin, Sablon, Grande-Veine de Flawinne, elle a donné et donne encore lieu à exploitation fructueuse. Elle est remarquable par sa régularité, par la solidité des terrains encaissants et par la propreté de son combustible. Elle est toujours en un seul sillon, variant de puissance de $0^m,50$ à $0^m,60$. Le toit est formé d'un schiste dur, siliceux, noir, zoné de gris. Au mur, dans la concession du Château, il y a un banc de grès gris bleu, ressemblant extérieurement à du calcaire et qui est très dur. Ce banc, qui a environ $0^m,50$, accompagne la veine avec persistance. Dans la couche, on trouve beaucoup de nodules volumineux de pyrite, qui ont été un moment exploités pour les fabriques d'acide sulfurique. Le charbon de la veine, qui est assez gailleteuse, se présente avec une texture fibreuse rayonnée. Composition chimique de la veine Fort-d'Orange au charbonnage du Château, troisième plateur, 900 mètres à l'ouest du bouveau principal, au fond du défoncement de 90 mètres suivant la pente :

Carbone fixe	84.34
Matières volatiles. . . .	10.5
Cendres	5.16
Soufre	5.05

La stampe qui se trouve sous la veine est remarquable par l'abondance des grès et des psammites. Tous les schistes y sont psammitiques. A part les veinettes peu épaisses qui se trouvent près de la veine, il est possible qu'il y en ait ailleurs encore d'autres que je ne connaît pas.

N° 77. CALCAIRE. — La partie tout à fait inférieure de l'assise d'Andenne ne m'est pas encore connue avec certitude. Aussi c'est d'une façon absolument approximative que j'ai fixé l'épaisseur des couches qui doivent se trouver entre les roches connues au charbonnage du Château et l'assise de Chokier. Ces roches sont visibles dans la tranchée du chemin de fer à Salzinnes-les-Moulins, où je les ai jadis décrites, mais elles y sont trop bouleversées pour qu'on puisse évaluer leur puissance. On y voit très bien des schistes, des psammites, des schistes noirs, fossilifères, avec un niveau de gros nodules de calcaire siliceux, fossilifère.

§ 4. — Assise de Chokier.

N° 78. SCHISTES NOIRS. — A la partie supérieure de l'assise, on voit des couches de schistes noirs, très feuilletés, que l'on pourrait tout aussi bien ranger avec l'assise précédente.

N° 79. PHTANITES. — On trouve ensuite une assise formée de schistes siliceux et de phtanites noirs à l'état frais. Dans la Basse-Sambre, on y trouve par places de lentilles volumineuses, tantôt de grès blanc à grain fin, tantôt de jaspe de couleur variée. L'épaisseur de l'assise est très variable.

N° 80. AMPÉLITES. — Tout à la base vient une assise de schistes noirs ampélitiques, pyritifères, plus ou moins bien feuilletés. Au voisinage du calcaire, on trouve souvent une alternance de bancs de calcaire, noirs, schisteux, et de calschiste.

L'épaisseur de tous les niveaux de l'assise de Chokier est très difficile à évaluer, par suite des nombreux plissements et bouleversements dont l'assise est affectée. La puissance que je lui attribue est probablement un minimum très réduit. Pour la description complète de cette assise, je renvoie aux traités de géologie de Belgique.

§ 5. — **Résumé lithologique.**

Dans le but de pouvoir se faire une idée de la proportion relative des différents éléments qui composent notre bassin houiller, j'ai réuni sous forme de tableau synoptique les chiffres indiquant l'épaisseur de chacun de ces éléments. J'ai ensuite, pour le plus important de ces éléments, la houille, calculé le rapport qu'il y a entre l'épaisseur de cet élément et celle de l'ensemble des roches stériles qui forment le restant de l'échelle.

L'examen de ce tableau se passe de commentaires. Il est cependant quelques points sur lesquels il est bon d'appeler l'attention.

D'abord l'épaisseur totale du Houiller (1,500 mètres) est bien supérieure à celle que l'on admettait jadis pour Charleroi. Par contre, le nombre des couches exploitables est bien moins élevé. De quatre-vingts, puis soixante, puis cinquante, ce nombre tombe à trente couches. Il est vrai que ce nombre ne comprend que les couches réellement exploitables. On pourrait augmenter ce nombre de dix à quinze, en y comprenant des veinettes qui n'ont été exploitées que très localement et que, pour ce motif, je n'ai pas comprises dans les veines exploitées.

Au point de vue pratique, il est bon de noter que si le nombre de couches en superposition originelle est beaucoup moins élevé qu'on le croyait jadis, en fait ce nombre est encore très élevé par suite des conditions de gisement de ces couches. En effet, de nombreuses failles plates ont superposé au gisement normal plusieurs massifs ramenant les mêmes veines. Cette superposition, par voie de failles, est en apparence si régulière qu'elle simule une véritable succession de couches, au point qu'on s'y est trompé pendant longtemps. De là vient le grand nombre de couches admis primitivement.

Par suite de cette épaisseur bien plus grande du Houiller et de cette répétition des mêmes couches, il résulte que la profondeur absolue du bassin est beaucoup plus forte qu'on ne le croyait. Ainsi nous pensons que dans la partie du bassin environnant la ville de Charleroi, on ne rencontrerait le calcaire carbonifère qu'à des profondeurs dépassant 2,000 mètres.

Enfin, pour terminer, nous ferons remarquer aussi l'énorme différence qu'il y a entre les différentes assises du Houiller au point de vue des épaisseurs de charbon. La veine Gros-Pierre (n° 56) est à peu près au

milieu de l'échelle stratigraphique. Au-dessous, il y a seulement trois couches de charbon, alors qu'au-dessus il y en a vingt-cinq. Cette disproportion se traduit naturellement par la grande différence des stampes moyennes.

ASSISES OU FAISCEAUX.	Épaisseur totale.	Charbon.			Grès.	Schistes et calcaires.	Nombre des couches exploitables.	Stampe moyenne.	Rapport du charbon total à l'épaisseur totale des roches.
		Total.	Veines.	Veinettes.					
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.		mètres.	p. c.
Sablonnière	129	7,06	6,07	0,99	35,50	86,44	7	18,43	5.47
Ardinoises	368	12,97	8,65	4,32	95,00	260,03	14	26,29	3.52
Gouffre	258	9,95	4,50	5,45	52,00	196,05	5	51,60	3.86
Assise de Charleroi . .	755	29,98	19,22	10,76	182,50	542,52	26	29,03	3.97
Châtelet	252	3,10	0,55	2,55	58,50	190,40	1	252,00	1.23
Houiller moyen . . .	1007	33,08	19,77	13,31	241,00	732,92	27	37,29	3.29
Andenne	393	2,63	1,10	1,53	72,50	317,87	2	196,50	0.67
Chokier	82	—	—	—	—	—	—	—	—
Houiller	1482	35,71	20,87	14,84	313,50	1050,79	29	48,27 (1)	2.55 (1)

(1) Ces chiffres se rapportent à l'épaisseur totale du houiller, l'assise de Chokier non comprise.

DEUXIÈME PARTIE.

PALÉONTOLOGIE ANIMALE.

Description des niveaux fossilifères.

Lorsque j'ai commencé mes recherches de fossiles dans le bassin de Charleroi, c'est à peine si l'on y connaissait cinq niveaux fossilifères. On aurait pu croire d'après cela que notre terrain houiller était stérile en fossiles animaux. Au lieu de cela, comme on peut le voir dans la colonne du tableau où j'ai fait figurer les niveaux fossilifères, ceux-ci sont extrêmement nombreux, puisqu'il n'y en a pas moins de quarante, dont la position stratigraphique est connue. En plus, je connais encore un très grand nombre d'autres niveaux, dont la position dans l'échelle stratigraphique n'a encore pu être déterminée avec certitude. Beaucoup des niveaux que j'ai reconnus ont une extension superficielle très vaste, et la plupart se font remarquer sinon par la variété des espèces qu'on y rencontre, tout au moins par leur richesse en individus. Nous allons passer maintenant à la description de ces divers niveaux.

NIVEAU N° 3 (1). — La couche fossilifère la plus élevée que je connaisse dans le bassin se trouve au puits Sacré-Français des Réunis de

(1) Les numéros que portent les niveaux fossilifères sont les mêmes que ceux que portent les veines au voisinage desquelles ils se trouvent, numéros qui sont renseignés dans l'échelle stratigraphique à côté de ces veines. On trouvera donc aisément la position des niveaux fossilifères dans cette échelle stratigraphique.

Bon nombre de ces niveaux fossilifères ont déjà été décrits précédemment dans les travaux que j'ai publiés sous les titres suivants :

Matériaux pour la faune et la flore du Houiller de Belgique. ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XIX, 1892, *Mémoires*, p. 333. — *Matériaux pour la faune du Houiller de Belgique*, 2e note. IBIDEM, t. XX, 1893, *Mémoires*, p. 43. — *Matériaux pour*

Charleroi (1). Cette couche se trouve au toit d'une petite veinette et renferme en assez grande abondance des Naïadites, parmi lesquelles la *Naïadites elongata.*

NIVEAU N° 5. — Il existe également au même charbonnage une autre veinette dont le toit, formé d'une roche différente du toit de la veinette précédente, renferme aussi beaucoup de Naïadites.

NIVEAU N° 7. — Au puits Bellevue d'Amercœur, la veinette de Droit-Jet a au toit un schiste noir avec débris indéterminables de coquilles.

NIVEAU N° 15. — Au puits Deschassis des Réunis de Charleroi, j'ai trouvé au toit d'une très mince veinette, un banc mince et noir d'une roche pesante, riche en sidérose et renfermant beaucoup de *Carbonicola* (*Anthracosia*) de petite taille. Ce même niveau existe probablement aussi au puits Bellevue d'Amercœur, dans une roche absolument semblable.

NIVEAU N° 16. — Au même puits Deschassis et sous la veinette précédente, une autre veinette a un toit de schiste feuilleté avec coquilles indéterminables.

NIVEAU N° 19. — Au toit de la veine Gabrielle, on trouve avec persistance un toit de schiste bien feuilleté fossilifère. Au puits Deschassis n° 7 des Réunis de Charleroi, au puits Bellevue d'Amercœur, au puits n° 14 de Monceau-Fontaine, où la veine porte, par erreur, le nom de Follemprise. Dans ces deux derniers points, les fossiles consistent en *Anthracomya.*

NIVEAU N° 21. — Au puits n° 14 de Monceau-Fontaine, la veine Grande-Pieuse, qui n'est pas autre chose que la Mère-des-Veines, a au

la faune du Houiller de Belgique, 3e et 4e notes. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, t VII, 1893, *Mémoires*, p. 135 et t. IX, 1895, *Mémoires*.

Dans ces travaux, j'ai indiqué d'une façon précise les points où ont été découverts les fossiles et les caractères des roches. Je compte décrire prochainement dans une cinquième note les niveaux non encore décrits dans les travaux précités.

(1) Il est bon de noter qu'en indiquant ici les points où j'ai découvert des niveaux fossilifères, je n'entends nullement dire qu'il n'y en a point dans les autres endroits où l'on observe les mêmes niveaux stratigraphiques. Ces indications de localités ne sont donc nullement limitatives.

toit un schiste noir, à rayure brune, riche en belles empreintes de *Carbonicola.*

NIVEAU N° 23. — Au toit de la veine les Pieuses on trouve avec persistance un schiste bien feuilleté, riche en empreintes assez mal conservées d'*Anthracomya*. Ces fossiles se trouvent sur une grande étendue et le fait peut être comparé à la persistance du caractère lithologique du toit de la veine aussi sur de vastes étendues. J'ai retrouvé ces fossiles au puits n° 12 des Réunis de Charleroi, au puits Deschassis du même charbonnage, au puits n° 14 de Monceau-Fontaine. A ce dernier puits, on trouve encore au-dessus de la veine une petite veinette dont le toit est aussi fossilifère et montre des restes mal conservés de Naïadites.

NIVEAU N° 25. — Au toit de l'importante veine Broze, j'ai trouvé aux puits n°s 4, 14 et 10 de Monceau-Fontaine un schiste noir doux au toucher, bien feuilleté et extrêmement riche en belles empreintes de *Carbonicola*. Chose très curieuse, à ces trois puits fort écartés les uns des autres, on trouve toujours un grand nombre de coquilles de *Carbonicola,* qui sont couvertes d'empreintes du curieux Annélide *Spirorbis carbonarius*. On sait que le gisement le plus fréquent de ce curieux animal est sur des feuilles de fougères. Ce n'est pas la première fois cependant que l'on en rencontre fixés sur des coquillages. M. A. Firket en a signalé jadis fixés sur des coquilles marines. On voit donc que cet animal, qui traverse d'ailleurs toute la série houillère et se retrouve surtout très abondant en Angleterre dans le Houiller supérieur, où il constitue de petits bancs de calcaire, que cet animal, dis-je, a un habitat très varié.

Au puits n° 7 Deschassis des Réunis de Charleroi, la veine connue sous le nom de Coquelet représente probablement le sillon supérieur de la veine Broze, qui se serait séparé de la veine principale appelée Troquette. Ce sillon supérieur, ou veine Coquelet, a conservé au toit le même schiste que celui de la veine Broze de Monceau-Fontaine, et il renferme aussi des restes de coquilles, malheureusement indéterminables; j'y ai également trouvé une écaille d'*Elonychthys*.

NIVEAU n° 30. — Au toit de la veine Cense au puits n° 14 de Monceau-Fontaine, j'ai trouvé un beau schiste noir, très mince, immédiatement sur la veine et riche en empreintes de grandes Naïadites.

NIVEAU n° 32. — A une certaine distance sous la veine Cense, on trouve très souvent une veine ou veinette dont le toit est formé d'un schiste noir, doux, bien feuilleté, très fossilifère, J'ai retrouvé ce niveau aux puits n°s 4 et 14 de Monceau-Fontaine, au puits Deschassis des Réunis de Charleroi, au toit de la Veine-à-Clous. Au puits n° 12 des Réunis de Charleroi, il y a sous la veine Cense une veinette appelée Veine-Tambour, qui est dans la même position stratigraphique et qui a un toit de schiste noir, doux au toucher, rempli de belles empreintes de grandes Naïadites. Tous ces niveaux fossilifères doivent être à peu près synchroniques.

NIVEAU n° 39*bis*. — Au puits Chaumonceau du charbonnage d'Amercœur, j'ai trouvé au toit d'une veinette un schiste gris, siliceux, pailleté, avec coquilles indéterminables. Cette veinette occupe la position que j'ai indiquée au niveau du gisement fossilifère.

NIVEAU n° 41. — Au toit de la curieuse veine Anthracite, il y a un beau schiste noir, feuilleté, doux au toucher, riche en belles empreintes de coquilles. J'ai retrouvé ces dernières partout où j'ai vu la veine Anthracite : au puits n° 10 de Monceau-Fontaine, au puits n° 1 des Réunis de Charleroi, au puits Sainte-Marie du Petit-Try. Ces coquillages étaient toujours des *Carbonicola*.

NIVEAU n° 43*bis*. — Au puits Saint-Auguste de Monceau-Bayemont, une petite veinette sous la veine Hermite avait au toit un schiste noir gris, doux au toucher, à rayure gris brun, avec empreintes mal conservées de Naïadites.

NIVEAU n° 46*bis*. — Il y a une petite veinette au-dessus de la veine Dix-Paumes qui se présente avec une grande constance et avec un niveau fossilifère très persistant. Cette veinette a au toit un schiste noir, à rayure brune. Il est pesant et montre des lits de sidérose grise. Il renferme en abondance des empreintes de *Carbonicola*. Je l'ai rencontré au puits n° 4 de Monceau-Fontaine, au puits Naye-à-Bois d'Amercœur, au puits Chaumonceau d'Amercœur, au puits Saint-Auguste de Monceau-Bayemont, au puits Sainte-Marie du Petit-Try.

NIVEAU n° 47. — Les niveaux fossilifères au voisinage de la veine Tatouïe présentent des circonstances qu'il importe de bien

détailler pour pouvoir les faire saisir. La chose présente d'autant plus d'importance que l'on peut espérer résoudre par l'étude des niveaux fossilifères les points douteux que soulève l'observation de cette veine dans les différentes régions du bassin.

Comme nous l'avons dit dans la première partie, cette veine n'est pas partout exploitable. Sur le bord sud du bassin, elle est très exploitée sous le nom de veine Onze-Paumes. Dans cette région, elle ne montre au toit que des restes végétaux. Dans la région centrale du bassin, les trois sillons dont se compose la veine Onze-Paumes se séparent petit à petit, au point de rendre la veine inexploitable. Sous cet état, elle porte dans la portion est du centre du bassin le nom de veine Tatouïe. Je n'ai pas encore eu l'occasion d'observer le toit de cette veine. Dans la partie ouest du centre du bassin, il est fort probable que les sillons, en s'écartant de plus en plus, donnent naissance à autant de veinettes distinctes. Par là, en effet, on ne voit au-dessus de la veine Dix-Paumes que des veinettes fort minces. Au charbonnage d'Amercœur, plusieurs de ces veinettes ont au toit des roches fossilifères. Sur une stampe de 40 mètres au-dessus de Dix-Paumes, il n'y a pas moins de quatre veinettes fossilifères. La veinette supérieure constitue le niveau que nous avons décrit précédemment sous le n° 46*bis*. Deux autres veinettes présentent au toit un schiste dans lequel on trouve en abondance le curieux crustacé *Estheria striata*. La découverte de ce fossile jette un jour important dans la question. Nous verrons plus loin que ce fossile se trouve aussi en abondance au toit d'une veine qui est bien certainement l'équivalent de Tatouïe. Enfin, toujours à Amercœur, la veinette la plus rapprochée de Dix-Paumes renferme au toit des Naïadites, et j'y ai aussi trouvé un céphalothorax de *Prestwichia* nouveau. Nous dirons plus loin ce que nous pensons de cette veinette. Enfin, sur le bord nord du bassin, la veine appelée au charbonnage du Petit-Try Petit-Défoncement, et qui est bien certainement la veine Tatouïe, nous a fourni en abondance des *Estheria striata*. Nous avons de plus retrouvé le même fossile au charbonnage du Grand-Conty, à un niveau non encore bien déterminé avec certitude, mais qui doit être très voisin de la veine Tatouïe, si même ce n'est pas la veine elle-même.

NIVEAU N° 49. — L'importante Veine Dix-Paumes ne nous a nulle part fourni de fossiles animaux. Mais sur le bord nord du bassin, on trouve une petite veinette, tantôt à une faible distance de la veine, tantôt suffisamment près d'elle pour être exploitée avec elle et pour être

considérée comme un de ses sillons. Dans le premier cas, le niveau fossilifère dont nous allons parler se trouve au toit de la veinette; dans le second cas, il est au toit de la veine elle-même. Ce niveau fossilifère est constitué par un schiste noir, très pesant, avec minces lits de sidérose et riche en empreintes de *Carbonicola*, parmi lesquelles *Carbonicola acuta*. Nous avons retrouvé ce niveau aux charbonnages de Masses-Diarbois, du Bois-Communal de Fleurus, du Nord-de-Gilly, du Petit-Try, de Baulet, du Hasard. Nous pensons que la veinette avec *Prestwichia*, que nous avons signalée plus haut à Amercœur immédiatement au-dessus de Dix-Paumes, n'est pas autre chose que cette veinette.

NIVEAU N° 50. — La veine se compose de plusieurs petites veinettes; d'habitude, il n'y en a que deux. La veinette supérieure renferme dans les roches de son toit des *Anthracomya*, au charbonnage de Falisolle et des écailles de *Rhizodopsis*, au puits Saint-Henry d'Oignies-Aiseau. Au puits n° 1 du Boubier, la veinette inférieure dans la série sous la faille du Carabinier montre aussi des *Anthracomya* et des écailles de *Rhizodopsis* et d'*Elonychthys*. Au puits des Aulniats du Roton, la veine Petit-Saint-Nicolas, qui correspond à la veine Les Veinettes, a dans les roches du toit des *Anthracomya* et de grosses *Carbonicola ovalis*.

NIVEAU N° 51. — Les curieuses roches que nous avons signalées au toit de la veine Anglaise renferment toujours de curieux petits fossiles énigmatiques. Tantôt ce sont bien certainement des Entomostracés, tantôt ce sont de petits fruits ou spores. Le plus souvent, par suite de la mauvaise conservation des fossiles, on ne sait si l'on a affaire à l'un ou à l'autre. En plus de ces fossiles, qui ne manquent jamais, nous avons aussi trouvé des écailles de poissons au puits n° 1 du Boubier, série au-dessus de la faille du Carabinier. De même au puits Avenir de Forte-Taille, nous avons trouvé des écailles d'*Elonychthys* et de *Cœlacanthus* dans le toit de la veine à sillons (= Anglaise).

NIVEAU N° 52. — Au puits Naye-à-Bois d'Amercœur, nous avons trouvé des écailles de poissons et des Entomostracés dans le toit d'une veinette, la première au-dessus de la couche Grande-Veinette. Cette veinette représente probablement la veine Cinq-Paumes. Partout ailleurs où nous avons fait des recherches, la veine Cinq-Paumes a au toit un schiste gris avec débris végétaux.

NIVEAU N° 55. — La Veine Huit-Paumes a au toit un niveau fossilifère très important et qui fournit un bon point de repère. Aussi nous croyons opportun de signaler où on peut le rencontrer. Sur le bord nord du bassin, il y a au toit de la veine un schiste gris noir, doux au toucher, bondé de débris d'*Anthracomya* et plus rarement de *Carbonicola*. Tel est le cas à Masses-Diarbois, Bois-Communal de Fleurus, Noël-Sart-Culpart, Nord-de-Gilly et Petit-Try. A ce dernier charbonnage, nous avons trouvé un bel exemplaire complet de *Prestwichia rotundata* dans le toit de la veine des Haies (= Huit-Paumes).

Dans la zone centrale du bassin, vers l'est, le toit de la veine est un schiste noir, à rayure brillante, avec lits de sidérose et rempli surtout de restes de *Carbonicola*. Les *Anthracomya* y sont plus rares et on y trouve aussi des Entomostracés. Tel est le cas aux puits des Aulniats et Roton du charbonnage du Roton, au puits n° 2 de Pont-de-Loup où il y a, en plus, beaucoup d'écailles de poissons. Au puits n° 1 du Boubier, les fossiles sont déjà plus rares dans la couche, sous la faille du Carabinier. Sur le bord sud du bassin les fossiles paraissent encore beaucoup plus rares. Je n'ai trouvé de fossiles (des *Carbonicola*) qu'au puits n° 1 d'Ormont. Enfin, d'une façon générale, en approchant de Charleroi et surtout plus à l'ouest, le toit de la veine change complètement, devient gris et siliceux avec débris végétaux.

NIVEAU N° 56. — Le toit de la veine Gros-Pierre présente aussi un niveau remarquable par ses fossiles et par sa variation.

Dans la Basse-Sambre, le toit de la veine est formé par un schiste noir, bien feuilleté, doux au toucher, très riche en empreintes d'*Anthracomya* et surtout d'écailles de poissons parmi lesquels nous citerons : *Elonychthys*, *Platysomus*, *Acrolepis Hopkinsi*, *Rhabdinychthys*, *Pleurodus affinis*, *Rhizodopsis*, *Cœlacanthus*. J'y ai aussi trouvé une patte d'Arachnide : *Eophrynus*. Ces faits s'observent dans les charbonnages de Velaine, d'Auvelais-Saint-Roch, de Mornimont, de Jemeppe-sur-Sambre, d'Arsimont et de Ham-sur-Sambre. Dans cette région, la veine ne présente pas au-dessus d'elle la petite veinette appelée veiniat de Gros-Pierre, ou bien cette veinette est encore très rapprochée de la veine au point de pouvoir être exploitée avec elle, comme à Arsimont. Mais déjà à Falisolle, le veiniat s'écarte fortement et conserve au toit une roche avec des écailles de poissons, comme nous l'avons vu à Falisolle et à Oignies-Aiseau. Le toit de la veine principale devient de plus en plus siliceux et plus dur vers l'ouest, et l'on y rencontre pour la dernière fois des écailles de poissons au puits de Panama d'Aiseau-Presles.

Nous ne savons ce qui se passe pour la veine dans la partie centrale du bassin, mais au Petit-Try, sur le bord nord de la veine Faux (= Gros-Pierre), elle a encore au toit un schiste noir avec écailles de poissons.

NIVEAU N° 59. — Au puits Conception du charbonnage de Marcinelle (Nord), il y a, à environ 90 mètres au-dessus de la veine Drion (Léopold), une veinette dont le toit est riche en écailles d'*Elonychthys*.

NIVEAU N° 59*bis*. — Au puits Avenir de Forte-Taille, il y a, à environ 80 mètres au-dessus de la veine Hembize (Léopold), une veine appelée Veine-à-Scailles. Au toit de cette veine, j'ai reconnu des empreintes d'*Anthracomya* assez mal conservées, ainsi que des écailles de *Rhizodopsis*. Au puits n° 1 du Bourbier (série au-dessus de la faille du Carabinier), une veinette dans la même position m'a aussi fourni des écailles de poissons.

NIVEAU N° 60. — Au toit de la veinette la plus élevée de la veinette double, il y a un niveau fossilifère aussi persistant que la veinette elle-même. Au puits Panama d'Aiseau-Presles, elle m'a fourni des *Lingula mytiloides* et des écailles d'*Elonychthys*. Il en a été de même à Falisolle et à Oignies-Aiseau.

NIVEAU N° 61. — Le niveau fossilifère au toit de la veine Sainte-Barbe de Floriffoux est sans conteste le plus important et le plus intéressant qu'il y ait dans le bassin houiller. Il est extrêmement riche en fossiles marins, tant dans les nodules calcaires que dans les schistes du toit. J'y ai recueilli :

Goniatites diadema; Goniatites Listeri; Goniatites atratus; Orthoceras; Lingula mytiloides; Aviculopecten papyraceus; Myalina; Posidonomya Becheri; Posidonomya membranacea; Elonychthys Aitkeni; Helodus; Entomostracés.

J'ai retrouvé ce beau niveau fossilifère partout où j'ai eu l'occasion de le rechercher : à Falisolle, tant au nord qu'au sud de la faille du Carabinier, au puits Saint-Xavier d'Ormont, au puits n° 2 de Pont-de-Loup.

Chose curieuse, il y a des localisations d'espèces fort remarquables, tantôt c'est l'*Aviculopecten* qui domine comme nombre d'individus, tantôt c'est la *Posidonomya*.

NIVEAU N° 62. — La faune de ce niveau est remarquablement

uniforme et le niveau est très constant. Partout je n'y ai trouvé que la *Lingula mytiloides :* à Jemeppe-sur-Sambre, à Ham-sur-Sambre, à Pont-de-Loup, à Ormont et au puits Conception de Marcinelle-Nord.

NIVEAU N° 63. — Le veiniat de Léopold ne présente pas toujours de fossiles dans les roches de son toit, mais cela arrive quelquefois cependant. Tel est le cas, par exemple, au puits Saint-Xavier d'Ormont et au puits n° 1 du Boubier, où j'ai trouvé des *Lingula mytiloides* et des écailles de poissons. Au puits Saint-Xavier d'Ormont, ce que l'on appelle veiniat de Léopold paraît n'être qu'un sillon de la veine Léopold elle-même, fort écarté de la veine en cet endroit. Ce qui tendrait à le prouver, c'est que la faune de ce veiniat est exactement la même que celle de la veine Léopold ; aussi nous la décrirons avec cette veine.

NIVEAU N° 64. — Le niveau fossilifère de la veine Léopold est aussi un des plus intéressants du Houiller. En effet, on y trouve un curieux mélange de coquilles et de poissons marins et de coquilles généralement considérées comme d'eau douce. Voici quelle est la faune de ce niveau : *Carbonicola ovalis; Carbonicola sp.; Lingula mytiloides; Cœlacanthus lepturus; Elonychthys; Rhizodopsis; Megalychthys; Platysomus.*

Deux exemplaires complets de poissons indéterminés.

Nous avons rencontré les individus de cette faune à Forte-Taille, au puits Conception de Marcinelle-Nord, au puits n° 1 du Boubier, au puits de Saint-Xavier d'Ormont, au puits n° 2 de Pont-de-Loup, au puits Saint-Henry d'Oignies Aiseau, à Falisolle, à Ham-sur-Sambre. Quant à l'association de la *Carbonicola* avec cette faune, nous l'avons observée à Pont-de-Loup, à Ormont, à Forte-Taille et, enfin, au puits Conception, où nous avons vu des *Lingula* et des *Carbonicola* en abondance sur le même joint de stratification.

NIVEAU N° 64*a*. — Immédiatement sous la veine Léopold, il y a une veinette dont la distance varie de 7 à 14 mètres, connue sous les noms de Veine-aux-Clous à Jemeppe-sur-Sambre et à Arsimont, de Moutralle à Floriffoux; elle a généralement au toit des roches fossilifères. On n'y trouve guère que des écailles de poissons : *Elonychthys; Platysomus; Rhizodopsis; Cœlacanthus lepturus.*

NIVEAU N° 64*b*. — Au puits n° 2 de Pont-de-Loup, une veinette, qui est à 20 mètres sous la veine Léopold, renferme des *Lingula mytiloides* et des Entomostracés.

NIVEAU N° 64*c*. — Une veinette, qui se trouve à 39 mètres sous Léopold au puits n° 1 du Boubier, montre des écailles de poissons au toit, et il est probable que cette veinette correspond à une veinette qui à Pont-de-Loup, dans la même position à peu près, montre des *Lingula mytiloides*. D'ailleurs, à Pont-de-Loup, entre le poudingue houiller et Léopold, il y a une stampe d'environ 150 mètres, comprenant au moins quatre veinettes ayant au toit la *Lingula mytiloides*.

NIVEAU N° 65. — La position de ce niveau n'est pas déterminée avec certitude. Dans les grands travaux de recherche au sud de la faille du Carabinier qui ont été exécutés récemment par les charbonnages d'Oignies-Aiseau et de Falisolle, on a reconnu, à une petite distance sous un banc de grès très puissant, à peu près à 60 ou 70 mètres sous Léopold, une veinette pyriteuse dont le toit était littéralement bondé de *Goniatites diadema*, d'*Orthoceras* et d'*Aviculopecten*. A cause des dérangements nombreux constatés dans ces travaux de recherche, je ne suis pas certain de la position exacte de ce niveau important.

NIVEAU N° 66. — A Forte-Taille, une veinette dans cette position renferme des débris de *Modiola* dans le schiste gris du toit. Au puits Saint-Xavier d'Ormont, une veinette un peu plus bas renfermait aussi des *Modiola* au toit.

NIVEAU N° 67. — M. J.-C. Purves a jadis signalé la découverte de *Lingula mytiloides* dans du schiste intercalé en pleins bancs du poudingue dans la tranchée du chemin de fer dans le bois de Monceau-sur-Sambre.

NIVEAU N° 68. — Au puits n° 3 du Carabinier, on a rencontré, immédiatement sous le poudingue houiller, une veinette ayant au toit un très mince banc de calcaire à Crinoïdes. A Forte-Taille, on a trouvé dans la même position au toit d'une ligne charbonneuse des *Leda acuta* et *Leda nov. sp.*

NIVEAU n° 69. — Au charbonnage de Spy, fosse Murée, on a recoupé au toit d'une veinette un banc de calcaire noir, siliceux, sidéritifère, renfermant des *Lingula mytiloides* et des *Patella*. A Forte-Taille, dans une position analogue sous le poudingue, on a percé une couche de calschiste à Crinoïdes dont la belle faune, découverte par MM. Blanchart et Smeysters, a été déterminée comme suit par M. de Koninck :

Zaphrentis; Proteriocrinus; Fenestella; Chonetes Laguesseana; Aviculopecten scalaris; Productus carbonarius; Euomphalus nov. sp.; Spirifer bisulcatus; Spirifer lineatus; Spirifer planosulcatus; Conularia quadrisulcata; Conularia nov. sp.

J'ai lieu de croire que le remarquable banc de calcaire à Crinoïdes découvert dans les deux grands bouveaux sud du puits n° 1 d'Arsimont se trouve au même niveau, car il est à une distance à peu près égale sous un horizon puissant de grès, qui est probablement le poudingue houiller. J'ai reconnu dans ce calcaire : *Spirifer striatus; Productus carbonarius ; Orthis sp.*

NIVEAU n° 70. — Au charbonnage de Spy, même puits, j'ai retrouvé le remarquable banc de calcaire à Crinoïdes, signalé déjà en 1825 par M. Cauchy.

Dans ce calcaire, j'ai constaté la présence de *Spirifer sp.* et d'*Orthis sp.*

Comme on le voit, il y a donc au moins trois bancs de calcaire à Crinoïdes à moins de 100 mètres sous le poudingue. Je ne sais auquel de ces trois bancs rapporter le calcaire à Crinoïdes que j'ai signalé jadis au charbonnage de la Réunion à Mont-sur-Marchienne.

NIVEAU n° 71. — La veine du Calvaire au charbonnage de Spy a au toit un schiste très fossilifère. Voici la faune que j'y ai rencontrée : *Lingula mytiloides; Goniatites diadema; Posidonomya; Crinoides;* nombreux lamellibranches indéterminés.

NIVEAU n° 75. — Dans les affleurements du Houiller de la Citadelle de Namur, j'ai rencontré un beau niveau de calcaire impur, sidéritifère et très fossilifère. J'ai trouvé dans ce calcaire : *Productus carbonarius* et *Orthis sp.*

Comme je l'ai dit précédemment, la position de ce niveau est repérée approximativement.

NIVEAU n° 76. — Un peu au-dessus de la veine du Fort-d'Orange, il y a souvent une petite veinette qui disparaît parfois, mais le schiste feuilleté de son toit persiste, et au charbonnage du Château, j'y ai découvert : *Lingula mytiloides; Loxonema* sp.; *Rhizodopsis* (écaille).

NIVEAU n° 77. — Dans la tranchée du chemin de fer à Salzinnes-les-Moulins, j'ai décrit ailleurs la découverte de deux niveaux fossilifères presque contigus. L'un était formé de schiste noir avec *Posidono-*

mya Becheri, l'autre de gros nodules de calcaire sidéritifère avec *Goniatites* et *Orthoceras.* Je ne connais non plus que par approximation la position de ce niveau fossilifère, mais il est certain qu'il se trouve tout à fait à la base du Houiller avec houille. Je connais encore dans les environs de Namur les affleurements de plusieurs niveaux fossilifères calcaires et autres, mais malheureusement, je ne suis pas encore parvenu à trouver leur position exacte. Je sais seulement qu'ils appartiennent à l'assise d'Andenne.

NIVEAU n° 78. — Les schistes noirs, feuilletés, de la partie supérieure de l'assise de Chokier sont très pauvres en fossiles. Nous n'y avons rencontré que quelques spécimens de *Posidonomya Becheri.*

NIVEAU N° 80. — Les ampélites de la base du Houiller sont, comme on le sait, fort riches en fossiles. Dans le bassin de Liége, on y a trouvé une faune intéressante, dont la liste est bien connue, et qui se fait remarquer surtout par la prédominance des genres *Goniatites, Posidonomya* et *Orthoceras.* Nous n'avons rien à ajouter à cette liste et nous dirons seulement que dans la Basse-Sambre nous avons rencontré parfois, en abondance, les deux fossiles caractéristiques de l'assise : *Goniatites diadema* et *Posidonomya Becheri.* A la partie inférieure de l'assise, dans les bancs de passage avec le calcaire carbonifère, j'ai retrouvé une abondante faune, identique à celle du Calcaire carbonifère.

§ 2. — **Résumé paléontologique.**

Le grand nombre de niveaux fossilifères que nous avons découvert permet, pour la première fois, de jeter sur le Houiller de Belgique un coup d'œil d'ensemble au point de vue faunique. C'est pour faciliter ce coup d'œil que nous avons schématisé par des lignes teintées la distribution de ces niveaux fossilifères. En étudiant ce schéma, voici ce que l'on remarque au point de vue des différentes catégories d'animaux dont nous avons retrouvé les restes dans notre Houiller.

MOLLUSQUES. — Le calcaire carbonifère a, comme on sait, une faune absolument marine, caractérisée, à la partie supérieure, dans l'étage viséen, par la prédominance des Brachiopodes et, spécialement, des *Productus.*

Le passage faunique du calcaire, à l'assise de Chokier, se fait graduellement; mais, au bout de quelque temps, cette faune de Chokier

a pris un caractère spécial. Par l'abondance de nodules calcaires, riches en débris de Céphalopodes, l'assise de Chokier est admirablement caractérisée comme un dépôt de mer profonde.

Dans l'assise d'Andenne, on retrouve, à l'évidence, la continuation de la faune précédente, mais modifiée. La faune est encore absolument marine, mais les Céphalopodes n'y dominent plus avec autant d'exclusivisme.

Par suite de l'abondance des bancs de calcaire, de la réapparition des genres *Spirifer, Orthis, Productus* et *Chonetes,* la faune prend un aspect qui, au point de vue bathymétrique, se rapproche de celui du calcaire carbonifère. Chose importante, on voit apparaître un brachiopode, la *Lingula,* qui va caractériser, par son abondance, la partie inférieure du Houiller avec houille.

L'assise de Châtelet ne montre d'abord aucune différence avec l'assise précédente, mais, en montant, on voit se produire un fait important : c'est l'apparition, au milieu d'espèces purement marines, de mollusques généralement considérés comme habitants des eaux douces. Cette apparition se fait timidement d'abord, et les espèces marines font un retour offensif intéressant avec la couche Sainte-Barbe de Floriffoux, dont la faune, à tant de titres, rappelle le facies profond de l'assise de Chokier. Puis, petit à petit, les espèces marines disparaissent dans la personne de *Lingula mytiloides,* leur dernier survivant.

Dans l'assise de Charleroi, les espèces marines ont complètement disparu. Vers le bas, on trouve un mélange des genres *Carbonicola* et *Anthracomya,* tandis que vers le haut c'est plutôt le genre *Naïadites* qui domine.

POISSONS. — La faune ichthyologique présente, mais de loin, les mêmes variations que la faune malacologique. Tant que dominent dans le Houiller les espèces de coquilles marines, on trouve des genres comme *Helodus*, *Acrodus*, qui existaient déjà dans le calcaire carbonifère. Mais en même temps, on trouve des espèces spéciales au Houiller, telles que *Cœlacanthus*, *Elonychthys*, *Platysomus*, etc. Quand les coquilles marines ont disparu, et avec elles *Helodus* et *Acrodus,* les autres genres, sans doute plus souples pour s'adapter aux nouvelles conditions d'existence, persistent, et on les trouve encore en abondance dans le faisceau du Gouffre; mais plus haut ils disparaissent totalement.

CRUSTACÉS. — Les conditions d'existence des Crustacés ne sont pas assez connues pour qu'il y ait lieu de s'y arrêter. Nous ferons

remarquer, cependant, un fait intéressant. Le genre de trilobite *Prestwichia* a été rencontré par M. de Koninck dans les couches houillères les plus élevées au charbonnage de Belle-et-Bonne, près de Mons. Nous en avions retrouvé un exemplaire au charbonnage d'Havré dans des couches bien plus anciennes. Comme nous l'avons dit, nous en avons découvert deux nouveaux exemplaires dans le bassin de Charleroi, tout à la base de l'assise de Charleroi.

CONCLUSIONS.

Des faits qui précèdent, on peut donc conclure :

1° Le Houiller de Charleroi se montre très riche en faune depuis le haut jusqu'en bas. Si dans notre tableau certaines zones paraissent plus pauvres, cela tient sans doute à ce que mes recherches se sont surtout portées vers certaines zones privilégiées.

2° La faune du Houiller montre, de la base au sommet, une lente transformation. De marine et même pélagique qu'elle était à la base, elle devient d'eau douce au sommet. Cette transformation se fait graduellement avec toutes les récurrences qui caractérisent une lente évolution. Cette lenteur est telle, qu'elle laisse aux habitants des eaux houillères le temps de s'adapter aux nouvelles conditions pour certains genres particulièrement souples.

Cette transformation est d'autant plus importante qu'on la constate simultanément dans les bassins du centre de l'Angleterre et en Westphalie, et qu'elle s'y produit absolument de la même façon.

3° Il est donc évident que cette transformation s'est produite sous l'influence des modifications très lentes qui se sont produites dans les conditions de milieu de la période houillère. Donc, dans ces régions, on serait mal venu à parler de transgression, de discordances pendant la période houillère. Jadis, lorsque les niveaux fossilifères connus étaient locaux et rarissimes, leur présence était si déconcertante que pour les expliquer on avait recours à la rupture des digues naturelles, ruptures permettant l'invasion des marais houillers par les eaux marines. Cette explication n'est plus soutenable, aujourd'hui que les niveaux fossilifères se montrent à nous non comme l'exception, mais comme la règle. Pendant tout le dépôt du Houiller de Charleroi, les conditions de milieu étaient favorables au développement *in situ* de faunes nombreuses et variées.

TROISIÈME PARTIE

GÉNÉRALITÉS.

§ 1. — Corrélation des formations houillères du bassin de Charleroi avec celles de l'étranger.

Depuis longtemps, on a fait des tentatives pour synchroniser le Houiller de Belgique avec celui de l'étranger. Je ne m'appesantirai pas sur ce sujet, auquel je compte consacrer un travail spécial, et je me contenterai de montrer brièvement que l'on peut rattacher de la façon la plus étroite nos formations aux dépôts semblables de l'étranger.

Deux tentatives ont été faites dans cette voie. En 1877, M. E. Hull (1), après avoir établi d'une façon remarquable la classification du Houiller classique de l'Angleterre, a essayé de montrer que les divisions qu'il avait tracées se retrouvaient à l'étranger et notamment en Belgique. Sa tentative, faite à une époque où le Houiller belge était encore si peu connu au point de vue stratigraphique et paléontologique, était naturellement hasardeuse, et les synchronismes qu'il a établis ne tiennent pas devant l'examen.

En 1881, M. Purves (2) a fait une nouvelle tentative, limitée d'ailleurs au Houiller tout à fait inférieur au poudingue. Depuis lors, les faits n'ont cessé de montrer le bien-fondé des relations qu'il avait établies entre notre Houiller inférieur et celui de l'Angleterre.

(1) E. Hull, *On the upper limit of essentially marine strata of the carboniferous group of British Isles and adjoining continental districts with suggestions for a fresh classification of the carboniferous series.* (Quarterly Journal of the Geological Society, 1877, t. XXXIII, p. 613.)

(2) Purves, *Sur la délimitation et la constitution de l'étage houiller inférieur de Belgique.* (Bull. Acad. royale de Belgique, 1881, 3e sér., t. II, p. 523.)

Voici quelle est la division que M. Hull a établie dans le Houiller anglais, division unanimement adoptée depuis.

Étage G. *Houiller supérieur :*

Roches : Grès, brèches et argiles rouges et grises. Calcaires et veines de houille minces.

Faune : Faune d'eau douce ou d'estuaire : Poissons, Crustacés, Annélides : *Cythere inflata; Spirorbis carbonarius.*

Étage F. *Houiller moyen :*

Roches : Grès, schistes et argile avec épaisses veines de houille.

Faune : Espèces d'eau douce ou d'estuaire : *Anthracosia; Anthracomya; Beyrichia; Estheria; Spirorbis.* Espèces marines rares.

Étage E. *Houiller inférieur :*

Roches : Grès, schistes, veines de houille minces avec mur siliceux, dur (*Gannister*).

Faune : Espèces marines : *Goniatites; Discites; Orthoceras; Posidonomya; Monotis; Aviculopecten; Lingula; Anthracosia.*

Étage D. *Millstone Grit :*

Roches : Grès grossiers, grès et schistes avec rares et minces veines de houille.

Faune : Espèces marines comme celles de l'étage E. Pas d'*Anthracosia.*

Étage C. *Yoredale Series :*

Roches : Schistes et grès passant vers le bas à des schistes foncés et à des calcaires argileux.

Faune : Espèces marines : *Productus; Goniatites; Aviculopecten; Ctenodonta; Chonetes; Discina; Posidonomya,* etc.

Il suffit d'examiner l'échelle stratigraphique du bassin de Charleroi ainsi que l'échelle paléontologique pour voir la concordance la plus absolue. Cette concordance devient encore plus frappante si l'on examine les choses en détail et si l'on tient compte de recherches postérieures à celles de M. Hull, telles que celles de MM. G. Wild, C. Dugdale, H. Bolton, etc., qui ont mieux fait connaître la stratigraphie et la paléontologie du Houiller anglais, spécialement celui du Lancashire, qui présente la plus grande affinité avec le nôtre.

Voici les ressemblances que l'on observe :

L'étage G n'existe certainement pas en Belgique. Quant à l'étage F, il est représenté par notre assise de Charleroi. Cette assise, comme l'étage F, se fait remarquer par ses veines nombreuses, puissantes et rapprochées. La faune, de part et d'autre, se compose de *Carbonicola* (*Anthracosia*); *Anthracomya; Naïadites; Estheria; Prestwicha; Spiror-*

bis; Elonychthys; Platysomus. Les roches sont les mêmes des deux côtés.

Mais c'est surtout pour l'étage E que l'on constate la ressemblance la plus frappante à la suite de nos recherches. Cette ressemblance est tellement marquée qu'elle se poursuit dans les moindres détails et que l'on croirait même que l'on peut raccorder les veines des deux bassins, malgré leur éloignement. Pour saisir cette ressemblance, il suffit de comparer l'échelle stratigraphique donnée par M. Wild (1) avec la nôtre. On y verra sous la dernière couche du Houiller moyen une stampe stérile de près de 200 mètres, comme chez nous sous la veine Gros-Pierre (n° 56). Puis une veine ayant au toit un schiste rempli de gros nodules ovoïdes de calcaire appelés *baumpots* dans le Lancashire. Le schiste et les nodules sont remplis de fossiles marins (*Aviculopecten; Orthoceras; Goniatites*, etc.). A voir ces caractères de la veine appelée là-bas *Bullion Coal*, que je viens de décrire, on croit se trouver en présence de la veine Sainte-Barbe de Floriffoux. En dessous, dans le Lancashire se trouve l'importante veine Gannister, la plus productive, la seule productive même du Houiller de l'étage E. Cette veine, qui a au toit des roches dures avec des *Carbonicola* (*Anthracosia*), rappelle absolument, par ses caractères, la veine Léopold du bassin de Charleroi. Enfin, en dessous, dans le Lancashire, viennent quelques veinettes accidentellement exploitables avec faunes marines au toit, comme chez nous. Enfin, comme dernier point de ressemblance, nous signalerons encore cette curieuse roche appelée Gannister en Angleterre. Cette roche siliceuse forme le mur de plusieurs veinettes des *lower-coal measures*, ce qui a même fait donner à cette assise le nom de *Gannister Series*. Cette roche est surtout remarquable au mur de la plus importante des veines de cette assise, la veine Gannister ou *Mountain Mine*. Or, en Belgique, nous avons dit que l'on trouve au mur de la veine Sainte-Barbe de Floriffoux un banc de roche absolument semblable.

L'assise E se termine dans le Lancashire à un niveau puissant de grès grossier et de conglomérat, qui rappelle absolument notre poudingue houiller et qu'on appelle le *Rough Rock*.

L'étage E aurait dans le Lancashire environ 340 mètres et chez nous environ 280. Quant à l'étage D, depuis longtemps on l'a comparé à notre poudingue houiller et aux couches sous-jacentes. Le *Millstone*

(1) G. Wild, *The lower coal measures of Lancashire.* (Trans. of the geolog. soc. of Manchester, t. XXI, p. 365.)

Grit présente en effet tous les caractères de la partie inférieure de notre Houiller. On y retrouve la même abondance de gros bancs de grès grossiers, feldspathiques, la même faune formée d'espèces exclusivement marines.

Quant à l'étage C, ou *Yoredale Series,* il se fait remarquer, comme chez nous, par ses roches schisteuses foncées, par l'absence de la houille et par le passage insensible qu'il montre à la base avec le calcaire carbonifère. Sa faune, comme chez nous, est riche en espèces marines, présentant de grandes affinités avec celle du calcaire carbonifère.

Quant au calcaire carbonifère supérieur, auquel M. Hull attribue le nom d'étage B, il y a longtemps qu'on a reconnu son identité avec notre étage viséen du calcaire carbonifère.

Si nous passons maintenant à la Westphalie, nous voyons que les ressemblances ne sont pas moins grandes.

Au-dessus d'un calcaire identique à notre calcaire viséen, on trouve une assise peu épaisse de schiste alunifère (*Alaunschiefer*), qui se montre comme le prolongement exact des schistes alunifères de l'assise de Chokier. Cette assise, telle qu'elle est connue à la mine métallique de Lintorf, présente la ressemblance la plus absolue avec notre assise de Chokier, comme cela se voit dans la province de Liége. A vrai dire, plus à l'est, cette assise semble disparaître ou se confondre avec l'assise suivante. Celle-ci, connue sous le nom de grès sans houille (*Flotzlerer Sandstein*), présente de grandes analogies pétrographiques avec notre assise d'Andenne. Sa faune n'est malheureusement pas connue; aussi est-il impossible de savoir si elle est analogue.

Au-dessus, on trouve une assise d'environ 300 mètres avec quatre à cinq couches et formant le faisceau *Magerkohle* de M. Achepohl (1). On y voit apparaître des niveaux à *Carbonicola* (*Anthracosia*) et en même temps il y a encore des niveaux franchement marins. Quelques couches ont au toit de gros nodules de calcaire, comme ceux de la couche Bullion, et ayant exactement la même faune. Au-dessus de la couche la plus élevée, *Schnellenschuss,* il y a aussi, comme en Angleterre et en Belgique, une stampe stérile de 150 mètres. Puis on arrive à la couche *Mausegatt,* au-dessus de laquelle on ne trouve plus de fossiles marins, mais beaucoup de veines puissantes. Cette couche formerait donc la base de notre assise de Charleroi.

La partie supérieure de cette assise présente en commun avec le

(1) ACHEPOHL, *Das Niederrheinisch-Westphalisch Steinkohlengebirge.* Essen et Leipzig, 1880-1883, in-4° avec atlas.

Lancashire un fait que nous n'avons pas encore pu retrouver en Belgique. Au toit de la fameuse couche Katharina, on trouve avec persistance un niveau très riche en fossiles marins : *Aviculopecten; Goniatites; Orthoceras*, etc. Le même fait existe dans le Lancashire ou au sommet de l'assise à Ashton-under-Lyne, où l'on a rencontré un niveau avec exactement la même faune et isolé également.

En Westphalie, on trouve représenté, comme en Angleterre, le Houiller supérieur. La faune de la partie inférieure du Houiller de Westphalie est malheureusement peu connue; aussi est-il impossible de procéder à des délimitations exactes. Mais les couches du faisceau des *Gazflammkohle* présentent de grandes ressemblances par la couleur jaune terreuse de leurs schistes avec les roches du Houiller de Manchester. Au charbonnage Général Blumenthal, on a même recoupé des schistes rouges, et il se pourrait qu'il y ait là un passage graduel au Permien, comme dans certains bassins anglais.

§ 2. — Classification.

Les classifications les plus récentes introduisent dans l'importante formation houillère deux divisions, auxquelles M. de Lapparent a attribué les noms très heureux de Stéphanien et de Westphalien. Il nous semble qu'il eût été plus logique de ne pas donner tant d'importance au Westphalien, en créant une *troisième* division à la base et dans laquelle se rangeraient des roches fort particulières comme caractères, au point qu'on les a distinguées depuis longtemps. Nous attribuerions, dans ce cas, le nom de *Namurien* à cette division. Ce nom, déjà proposé par M. Purves, en 1881, rappellerait le remarquable développement de cette division dans la province de Namur, qui offre toutes les facilités à son étude. L'emploi de ce nom univoque aurait encore pour avantage de faire disparaître les noms de Houiller inférieur, moyen et supérieur, qui ont été pris dans tant de sens divers.

On sait depuis longtemps que le Houiller supérieur ou Stéphanien n'existe pas en Belgique, où par contre le Westphalien et le Namurien sont remarquablement développés.

Ceci dit, il nous semble opportun d'introduire, à l'instar de nos devanciers, des divisions en assises, dans les deux grands étages que comporte le Houiller de Belgique.

HOUILLER MOYEN. — Notre Houiller moyen présente au point de

vue de la faune et de la richesse houillère des différences très marquées. Il nous semble donc utile, vu l'énorme puissance de cet étage, d'y introduire des divisions. Nous croyons ne pouvoir mieux faire, pour tracer ces subdivisions, que d'adopter celles qu'a proposées Phillips, il y a bien longtemps déjà, pour les formations houillères classiques du centre de l'Angleterre. Phillips a établi dans le Houiller les coupures suivantes, encore adoptées aujourd'hui :

Houiller : *Coal measures* :	Houiller supérieur : *Upper coal measures.* Houiller moyen : *Middle coal measures.* Houiller inférieur : *Lower coal measures* (*Gannister*).

Comme on est convenu de ranger maintenant dans le Houiller des roches inférieures à celles que comprend ce tableau, les dénominations de ce tableau ne sauraient plus convenir; mais la base de la division restant intacte, voici comment nous proposons de diviser le Houiller moyen. Les *Upper coal measures* ne font probablement pas partie du Houiller moyen. La plus grande partie doit probablement se rapporter au vrai Houiller supérieur (Stéphanien). Quant aux deux autres divisions : *Middle* et *Lower coal measures*, comme nous avons reconnu avec certitude leur existence en Belgique, il est bon de les adopter, en leur donnant des noms locaux pour nous conformer à l'usage. Les noms de Houiller moyen et inférieur prêtent d'ailleurs à trop de confusions par les acceptions diverses qu'on leur a attribuées. Aussi nous avons attribué aux deux assises du Houiller moyen les noms de deux localités où elles sont bien représentées. C'est ainsi que nous avons pris les noms d'assises de Charleroi et de Châtelet. Le nom d'assise de Mons eût certes mieux convenu pour désigner l'assise supérieure, mais le nom de Mons a déjà été donné à une division du Tertiaire.

HOUILLER INFÉRIEUR. — Nous y avons introduit les deux divisions connues depuis longtemps avec les noms également anciens qui nous ont paru les plus propres à les caractériser. Contrairement à ce que fait la légende de la Carte géologique de Belgique, nous ne considérons pas le poudingue houiller, malgré son intérêt, comme formant une assise spéciale. C'est plutôt un horizon qu'une véritable assise.

Enfin, comme on peut le voir sur notre tableau, nous avons aussi introduit dans notre classification une division d'un ordre plutôt industriel entre les différentes couches de houille exploitées. A l'instar des ingénieurs, nous les avons réunies en faisceaux. Par fais-

ceau, nous entendons un groupe de couches présentant un certain nombre de caractères industriels communs, fort rapprochées les unes des autres et généralement exploitées ensemble. Ce mode de division en faisceaux, séries ou trains de couches, est d'ailleurs fort ancien.

En résumé donc, voici sous forme de tableau les divisions que nous croyons utile d'établir dans le système carbonifère :

Système.	Sous-système.	Étage.	Assise.
Système carbonifère.	Sous-système houiller . .	Étage stephanien.	
		Étage wesphalien .	Assise de Charleroi.
			Assise de Châtelet.
		Étage namurien . .	Assise d'Andenne.
			Assise de Chokier.
	Sous-système dinantien.		

Peut-être conviendrait-il d'établir dans le Westphalien une troisième assise supérieure pour réunir les couches les plus élevées des bassins de Westphalie, de Mons, du nord de la France et du Lancashire. C'est ce que l'avenir décidera.

Gembloux, 15 décembre 1900.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

PRÉAMBULE 1

PREMIÈRE PARTIE. — STRATIGRAPHIE 3

§ 1. — Houiller proprement dit : Assise supérieure, ou assise de Charleroi. 3

CHAPITRE I. — Faisceau de la Sablonnière 3

CHAPITRE II. — Faisceau des Ardinoises. 8

CHAPITRE III. — Faisceau du Gouffre. 18

§ 2. — Assise inférieure ou assise de Châtelet 29

CHAPITRE I. — Faisceau de Châtelet 29

§ 3. — Houiller inférieur : Assise d'Andenne. 33

CHAPITRE I. — Faisceau de Namur 33

§ 4. — Assise de Chokier. 36

§ 5. — Résumé lithologique. 37

DEUXIÈME PARTIE. — PALÉONTOLOGIE ANIMALE. 39

§ 1. — Description des niveaux fossilifères. 39

§ 2. — Résumé paléontologique 50

TROISIÈME PARTIE. — GÉNÉRALITÉS 53

§ 1. — Corrélation des formations houillères du bassin de Charleroi avec celles de l'étranger 53

§ 2. — Classification 57

SUR LA FORMATION

DES

CHAMPS OU TAPIS DE SILEX

AYANT FOURNI

AUX POPULATIONS PALÉOLITHIQUES PRIMITIVES

LA MATIÈRE PREMIÈRE

DES INSTRUMENTS ET OUTILS
CONSTITUANT LEURS INDUSTRIES (1)

PAR

A. RUTOT
Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

INTRODUCTION.

Dans de précédents travaux et lors de discussions récentes devant nos sociétés savantes, j'ai, à diverses reprises, parlé des « champs » ou « tapis » de silex à la surface desquels sont généralement répandus, en grandes quantités, les instruments et outils ayant servi aux populations paléolithiques primitives.

Déjà dans mon travail intitulé : *Note sur la découverte d'importants gisements de silex taillés dans les collines de la Flandre occidentale* (BULL. SOC. D'ANTHROPOLOGIE DE BRUXELLES, t. XVIII, 1900), j'ai donné tous les

(1) Présenté à la séance du 18 décembre 1900.

renseignements nécessaires sur les champs de silex constitués par les cailloutis ayant fourni la matière première tant à l'industrie tout à fait primitive *reutelienne*, qui se trouve confinée dans le gravier inférieur du Moséen de la terrasse supérieure, qu'aux industries partant du *Mesvinien* pour aboutir à l'*Acheuléen* et qui sont localisées dans le gravier supérieur du Moséen de la même terrasse, sous le limon hesbayen.

D'autre part, j'ai également fait connaître les trois niveaux avec matériaux utilisables rencontrés dans les carrières de Maffles (1), près d'Ath, et dont les peuplades reutelo-mesviniennes et mesviniennes se sont largement servies pour la confection de leurs instruments.

Dans ces deux cas, les cailloutis à matériaux utilisables qui, étendus sur de vastes surfaces, ont constitué des « champs » ou « tapis » de silex, appartiennent à l'une des deux grandes catégories d'amas de matériaux utilisables qu'il y a lieu de distinguer, c'est-à-dire à ceux qui ont pour origine : le *transport*.

Dans la Flandre occidentale, les tapis à industrie reutelienne d'une part, à industrie mesvinienne et acheuléenne d'autre part, sont presque uniquement constitués par des silex, en gros rognons bruts et en galets roulés pour ce qui concerne le cailloutis inférieur du Moséen; en fragments et en éclats pour ce qui concerne le cailloutis supérieur.

Ces silex, rognons ou éclats, proviennent évidemment des assises crétacées formant la crête de l'Artois, et puisque, dans la Flandre, ils reposent directement sur la partie argilo-sableuse de l'étage paniselien, qui est le terme le plus supérieur de l'Éocène inférieur, équivalent, par exemple, au sommet des sables de Cuise (couches de Sinceny), il est évident que, pour arriver sur l'emplacement où nous les voyons, ils ont dû être *transportés* depuis leur lieu d'origine jusque près de la frontière hollandaise. Quant aux galets, il dérivent directement de la dénudation du Pliocène diestien.

C'est donc là un premier type de tapis de silex, consistant dans le transport, à assez longue distance, de matériaux accumulés à la surface des affleurements crétacés, avec dépôt de ces matériaux sur des couches, dans le cas présent, beaucoup plus récentes que la craie.

Dans le cas de Maffles (vallée de la Dendre), les éléments des cailloutis jouant le rôle de « tapis » sont sensiblement plus variés que dans la vallée de la Lys.

(1) A RUTOT. *Quelques considérations sur les conclusions stratigraphiques à tirer de la présence de l'industrie humaine dans les graviers quaternaires.* (BULL. SOC. GÉOLOG. DE BELGIQUE, t. XIV, 1900.)

Nous y trouvons un mélange d'éléments relativement lointains, en minorité, constitués par des rognons ou par des éclats de silex et d'éléments voisins ou très voisins, constitués principalement par des phtanites noirs, dont les uns, massifs, en fragments irréguliers, très durs, proviennent du calcaire carbonifère, tandis que les autres, en plaquettes d'épaisseur régulière, proviennent du Houiller inférieur.

On sait que le cailloutis inférieur, à Maffles, repose directement, soit sur des poches de Wealdien, soit sur les bancs du calcaire carbonifère.

Or, le silex a toujours été vivement recherché par nos ancêtres. Les plus anciens que nous connaissions jusqu'ici dans la vallée de la Dendre, c'est-à-dire les Reutelo-Mesviniens, ont utilisé la majeure partie des silex utilisables et ont comblé le déficit en employant les plaquettes de phtanite houiller à la confection de racloirs et de grattoirs; les Mesviniens, qui n'avaient que le gravier supérieur, pauvre en silex, à leur disposition, ont largement utilisé le phtanite en plaquettes.

A tous les niveaux, le phtanite massif carbonifère a été systématiquement dédaigné, même comme percuteur, probablement à cause de sa cassure très irrégulière.

L'étude de ces cailloutis et leur localisation à une altitude souvent basse dans les vallées, montrent à l'évidence que l'origine de ces cailloutis est fluviale.

Ces éléments caillouteux ont été charriés et transportés par des eaux torrentueuses; ils ont ensuite été déposés par des eaux plus calmes là où nous les rencontrons, c'est-à-dire sur les terrasses.

Mais il existe un second type de champ ou tapis de silex, très important et également très répandu : c'est celui dont la formation a lieu *sur place*, c'est-à-dire à la surface même des affleurements de craie à silex ou, en général, de roches à éléments utilisables.

Je n'entrerai pas de suite dans la discussion de la formation de ce type si important ; au lieu d'exposer des généralités, je préfère laisser parler les faits, et à cet effet, je donnerai ci-après le compte rendu d'une excursion des Sociétés belge de Géologie et d'Anthropologie de Bruxelles, que j'ai dirigée et où tous les faits concernant la formation des deux types de champ ou tapis de silex ont pu être observés de la façon la plus claire et la plus compréhensible.

Cette excursion a eu lieu au printemps de l'année 1900 dans le Hainaut, à l'ouest de Mons, entre Hornu et Élouges ; elle a permis de constater les faits exposés ci-après :

Observations et constatations faites soit pendant l'excursion, soit en d'autres circonstances.

Partis de la gare de Saint-Ghislain, nous avons suivi d'abord la grand'route de Hornu, mais bientôt nous l'avons quittée pour prendre le chemin de Wasmuel, de manière à arriver, après quelques observations n'ayant pas directement rapport avec le sujet traité, au sud-est de Wasmuel, sur la petite colline allongée sud-nord et séparant les vallées des ruisseaux de Branche à l'est et de Wasmes à l'ouest.

A sa rencontre avec la grand'route de Mons à Boussu, le ruisseau de Wasmes coule vers l'altitude 31, tandis que le sommet correspondant, le long de la grand'route, atteint 38 mètres.

Depuis la grand'route jusque 600 mètres au sud, le versant est couvert de limon de lavage moderne, épais de 1 à 3 mètres et reposant sur le Landenien (Éocène inférieur), tandis que, depuis la crête (de 38 à 41 mètres) sur tout le versant dirigé vers l'est, s'étend le limon hesbayen argileux, très bien caractérisé (voir fig. 1).

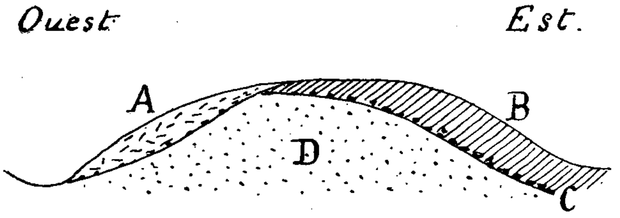


Fig. 1. — *Coupe de la colline à l'est de Hornu.*

A. Limon moderne des pentes (limon de lavage de M. Ladrière).
B. Limon hesbayen en place.
C. Cailloutis à silex utilisés.
D. Landenien (Éocène inférieur).

Au sud du chemin qui traverse la colline de l'est à l'ouest, la pente dirigée vers l'ouest devient plus rapide; aussi le limon de lavage disparaît-il pour laisser à découvert, à la surface du sol, un cailloutis quaternaire assez important, composé principalement de silex et reposant directement sur l'affleurement landenien (voir fig. 2).

Ce champ de silex se voit particulièrement bien près d'un terris de

houillère, entre les cotes 40 et 45, et l'on y rencontre assez bien de silex utilisés de main d'homme et appartenant à l'industrie reutelo-mesvinienne.

En remontant vers l'est, le cailloutis cesse rapidement d'apparaître et on le voit passer sous le limon hesbayen qui recouvre tout le versant est. Des sondages pratiqués sur ce versant permettent de toucher le cailloutis à silex utilisés, sous des épaisseurs variables de limon hesbayen et d'ergeron.

Des coupes en travers de la colline nous fournissent donc les figures classiques bien connues :

D'abord à proximité de la grand'route de Mons à Boussu (fig. 1).

Ensuite à 1 kilomètre au sud de la grand'route (fig. 2).

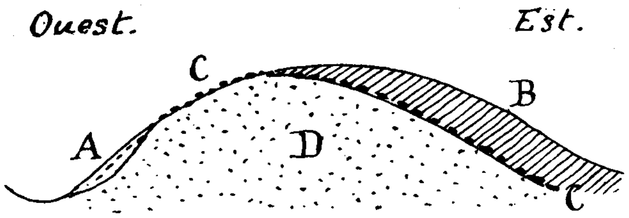


FIG. 2. — *Coupe au sud de la précédente.*

A. Limon de lavage presque complètement enlevé par continuation du phénomène de dénudation qui l'a d'abord formé.

B. Limon hesbayen en place.

C. Cailloutis à silex utilisés exposé directement, sur le versant ouest, à la surface du sol.

D. Landenien (Éocène inférieur).

Au sud des points observés, la colline est coupée en tranchée profonde par un chemin de fer industriel ; mais les talus, déjà anciens, sont, en partie, éboulés et couverts de végétation.

Heureusement, à 200 mètres plus au sud, un nouveau chemin coupe transversalement la colline, et des sablières nous permettent de faire des observations intéressantes.

Tout d'abord, nous constatons qu'à partir de la cote 53, tout le versant dirigé vers l'est est couvert de limon en place, dans lequel des briqueteries sont ouvertes.

Mais dès que l'on s'avance vers le versant ouest, le manteau limoneux diminue d'épaisseur.

Vers la cote 53, une première sablière montre des parois perpendiculaires présentant la coupe suivante (fig. 3) :

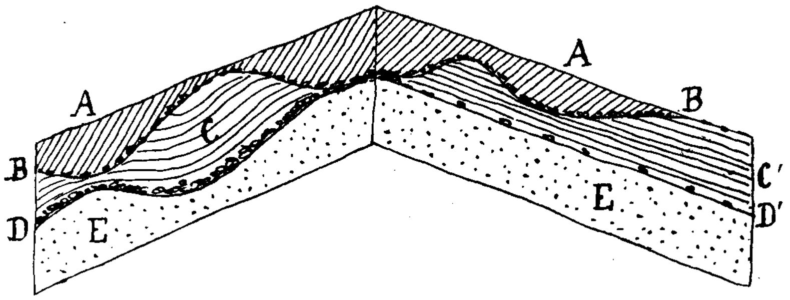


Fig. 3. — *Coupe de deux parois perpendiculaires d'une sablière au nord de Wasmes.*

A. Limon hesbayen, gris, panaché, argileux 1m,00
B. Cailloutis irrégulier, plus ou moins bien développé.
C. Glaise verte, sableuse, moséenne 1m,00
C′. Sable un peu argileux, moséen 1m,50
D. Cailloutis principalement composé de silex, les uns roulés, les autres en éclats, dont bon nombre ont été utilisés. . . . . . . 0m,10 à 0m,25
D . Lit très clairsemé de cailloux roulés avec quelques éclats.
E. Sable landenien (Éocène inférieur), meuble (*L1d* de la légende de la Carte géologique) . . . . 1m,00 à 2m,00

Cette coupe, qui se trouve vers l'altitude supérieure, montre que le limon hesbayen a déjà subi, sur le commencement de la pente ouest, une forte dénudation, mais n'a pas encore été totalement enlevé.

Sous le limon hesbayen apparaît le Moséen, visible sous deux aspects différents à quelques mètres d'intervalle.

D'un côté, nous observons le facies normal : glaise verte surmontant un assez important cailloutis; de l'autre, se voit un facies plus sableux, avec cailloux très clairsemés à la base; ce qui rend cette base très peu distincte.

Il existe des silex utilisés aux deux niveaux caillouteux, mais tandis qu'ils sont très rares dans le niveau supérieur B, ils sont sensiblement plus abondants dans le cailloutis D, base du Moséen.

A l'ouest de cette première excavation, sur la pente, une autre sablière est ouverte (fig. 4).

Ici, nous sommes vers le haut du versant ouest et la dénudation moderne, causée par le délavage des pluies chassées par les vents dominants du sud-ouest, a exécuté la plus grande partie de son œuvre.

Non seulement tout le limon hesbayen a été enlevé, mais le Moséen lui-même a presque disparu.

Le reste du versant ouest, coupé par un chemin creux, profond de 6 mètres maximum, nous montre un magnifique affleurement direct de Landenien, sableux vers le haut, argileux, très glauconifère avec lits durcis en tuffeau (tuffeau d'Angres) vers le bas.

Ici, il n'y a plus de trace des dépôts quaternaires recouvrants; tout a été délavé.

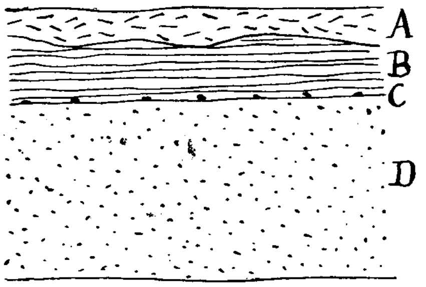


FIG. 4. — *Coupe d'une sablière à l'ouest de la précédente.*

A. Terre végétale plus ou moins remaniée 0m,50
B. Sable moséen, formé de sable landenien remanié 0m,50
C. Lit de cailloux roulés et d'éclats de silex rares et éloignés, rendant la base du Moséen très peu distincte.
D. Sable landenien (*L1d*) 2m,50

La coupe de la colline étudiée, prise de l'est à l'ouest, est donc encore la suivante (fig. 5) :

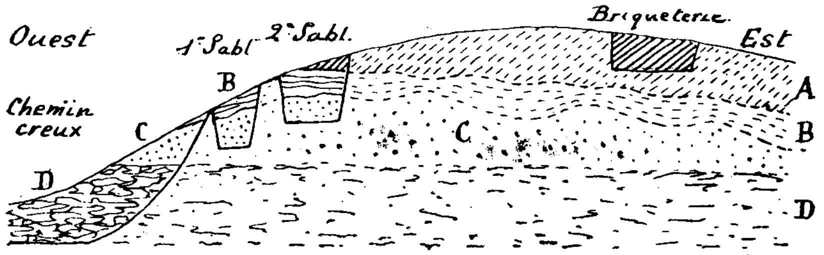


FIG. 5. — *Coupe générale raccordant les observations précédentes* (1).

A. Limon hesbayen.
B. Moséen.
C. Sable landenien (*L1d*).
D. Sable argileux et tuffeau d'Angres (*L1c*).

(1) Dans la figure 5, 1re sabl. = sablière figure 4, et 2e sabl. = sablière figure 3.

Enfin, à 1 kilomètre au sud du chemin dont nous venons de donner la coupe, la même colline est traversée de l'est à l'ouest par la voie du chemin de fer de Mons à Quiévrain, par Dour.

La traversée de la colline se fait entièrement en tranchée, avec altitude maximum à 75 mètres.

Les tranchées ne sont, actuellement, plus observables; mais le 27 avril 1883, alors que l'on aménageait l'entrée de la gare de Wasmes, elles étaient entièrement rafraîchies et présentaient les coupes ci-contre (fig. 6).

C'est donc la répétition de ce que nous avions constaté plus au nord, nous montrant une fois de plus l'effet puissant de la dénudation actuelle par les pluies d'orage chassées par les vents dominants du sud-ouest.

L'étude de la colline comprise entre les ruisseaux de Branche et de Wasmes nous permet donc d'esquisser quelques conclusions :

La première est la vérification de la loi sur laquelle nous avons si souvent attiré l'attention des géologues et relative à la dénudation intense des couches quaternaires sur les versants des collines tournés vers l'ouest et surtout vers le sud-ouest, dénudation qui, très souvent, est assez complète pour avoir totalement enlevé non seulement l'épais manteau limoneux que nous voyons si bien préservé sur les versants tournés vers l'est ou le nord-est, mais encore les couches du Quaternaire ancien Moséen, de manière à mettre à nu, à la surface du sol, le cailloutis inférieur du Moséen, reposant directement sur le sol tertiaire ou secondaire; cailloutis offrant alors à découvert, à l'Anthropologie, les trésors qu'il recèle de silex utilisés par la main de l'homme.

Des sablières, des chemins creux et des tranchées nous ont fourni ici tous les stades de la dénudation.

Les sablières nous ont montré que le Quaternaire ancien ou Moséen est compris entre deux cailloutis, l'un supérieur, l'autre inférieur, renfermant tous deux des silex utilisés.

La simple dénudation de l'ergeron et du limon hesbayen suffit donc pour mettre à découvert un premier tapis de silex, souvent peu important. Ce tapis est constitué par les éléments du cailloutis supérieur moséen, qui s'est montré peu riche en silex utilisés dans la région explorée.

Si donc la dénudation n'a pas été plus loin, le champ de silex mis à découvert à la surface du sol nous offrira l'industrie spéciale à ce niveau supérieur. Nous ne pouvons pas, pour le moment, juger de cette industrie, vu le peu de documents recueillis.

Mais, sur les pentes plus déclives, si non seulement les limons ont

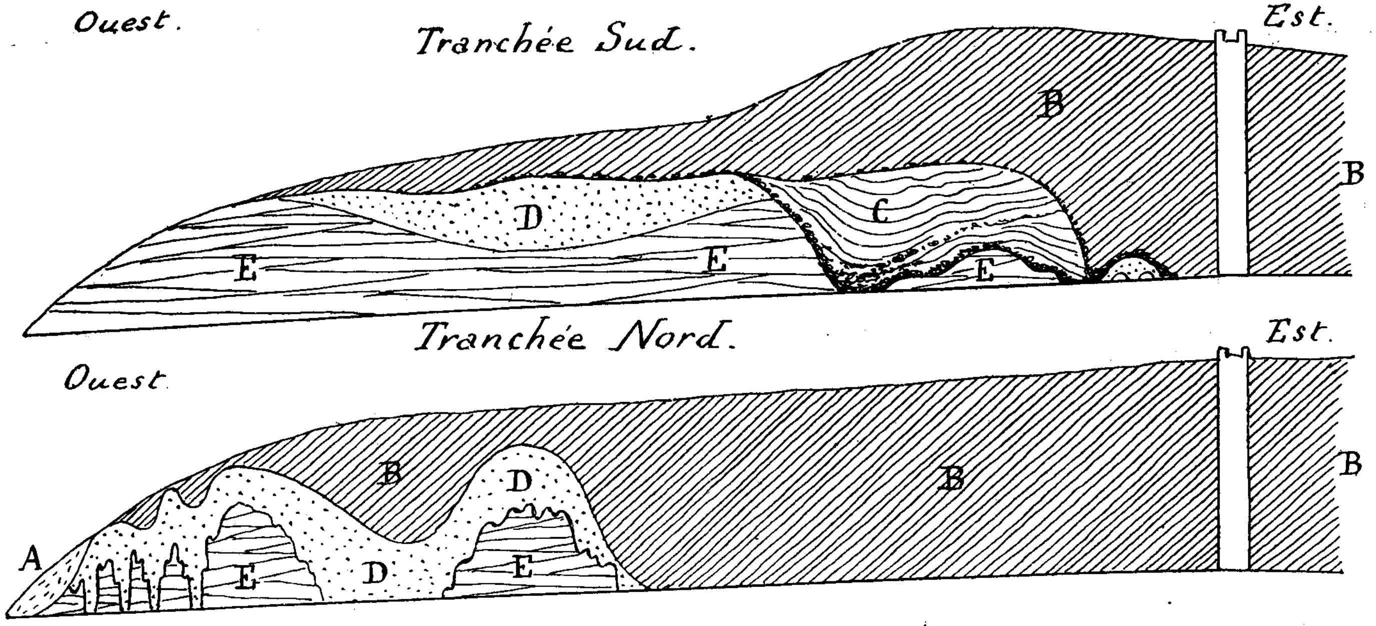


FIG. 6. — *Coupes des talus des tranchées de la gare de Wasmes.*

A.	Limon de lavage	$1^m,00$
B.	Ergeron et terre à briques	$2^m,00$ à $8^m,00$
C.	Moséen (sables et cailloux)	$4^m,00$
D.	Landenien (sable argileux, vert, glauconifère, à base irrégulière suivant les altérations de la craie sous-jacente)	$2^m,00$
E.	Craie blanche sans silex	$4^m,00$ à $5^m,00$

été délavés, mais encore le Moséen entier, alors c'est le cailloutis de base, ordinairement plus important, qui est mis à nu, et nous pouvons recueillir, en abondance, les silex utilisés qu'il renferme.

Toutefois, si, en ce même point, le cailloutis supérieur moséen avait présenté une certaine importance, ses éléments n'auraient pu être entraînés bien loin lors du délavage; ils seraient descendus lentement, plus ou moins verticalement, et, lors de la dénudation complète du Moséen, ils seraient venus se superposer directement au gravier inférieur pour ne plus former, à la surface du sol, qu'un seul cailloutis renfermant, plus ou moins mélangées, les industries du niveau supérieur et du niveau inférieur.

C'est ce cas qui se présente à 1 kilomètre au sud de la grand'route de Mons à Boussu, sur le versant ouest de la colline, près du terris de charbonnage, où nous avons signalé la présence de nombreux silex, formant champ ou tapis à la surface du sol et reposant directement sur le Landenien.

Grâce à l'existence des cailloutis quaternaires et à l'intense dénudation opérée sur le versant dirigé vers l'ouest, un champ de silex s'est formé ou plutôt est apparu à la surface du sol. Ce champ de silex appartient nettement à la catégorie de ceux dont les éléments initiaux sont dus au transport, puisque les silex crétacés formant la majorité de la masse reposent sur une couche marine appartenant à l'Éocène inférieur.

Au point de vue des recherches d'archéologie préhistorique, ce cailloutis ou champ de silex ne peut donc fournir avec certitude d'industrie *pure*. Il renfermera une grande proportion d'outils du gravier inférieur, mélangée à un certain nombre d'outils du gravier supérieur.

D'après ce que nous savons déjà des Flandres, de Maffles et des gisements de la vallée de la Sambre explorés, le cailloutis inférieur renferme l'industrie reutelo-mesvinienne, tandis que le cailloutis supérieur renferme plutôt l'industrie mesvinienne; c'est bien ce qui paraît ressortir aussi des recherches faites à l'est de Hornu.

De la tranchée de la gare de Wasmes où nous étions parvenus et dont nous avons donné la coupe, rétrogradons de 1 kilomètre vers le nord pour reprendre le chemin transversal qui nous a présenté les deux sablières et le chemin creux profond que nous avons décrits.

Nous dirigeant vers l'ouest, descendons le chemin creux taillé dans la partie inférieure du Landenien, passons sous le viaduc du chemin de fer franchissant la vallée du ruisseau de Wasmes et suivons le chemin qui, à 500 mètres du pont, rencontre la route pavée de Hornu à Wasmes.

Nous sommes ici sur le versant nord d'une nouvelle colline comprise entre le ruisseau de Wasmes et un ruisseau anonyme parallèle ayant sa source au nord de Warquignies.

De l'autre côté de la chaussée, vers la cote 50, une sablière est ouverte.

On y voit les coupes suivantes (fig. 7) :

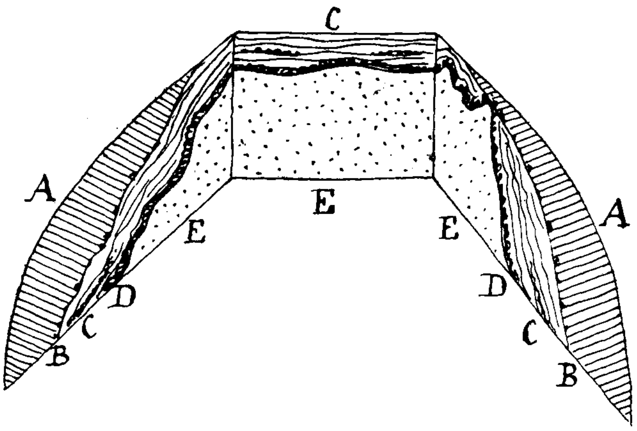


FIG. 7. — *Vue perspective d'une sablière sur la route de Hornu à Wasmes.*

A. Ergeron surmonté de terre à briques	$1^m,20$
B. Lit de cailloux très peu important.	
C. Sable plus ou moins grossier et graveleux, moséen.	$1^m,20$
D. Cailloutis de silex, base du Moséen	$0^m,15$
E. Sable landenien (*L1d*)	$3^m,00$

Ici, la coupe est dirigée droit vers le nord; la dénudation des couches quaternaires n'a donc guère été qu'ébauchée; aussi l'ergeron a-t-il persisté, recouvrant directement le Moséen.

Il n'est pas douteux que primitivement le limon hesbayen existait sur le Moséen, mais ce limon a été entièrement raviné, ainsi que cela se passe fréquemment dans les vallées, par les eaux qui ont déposé l'ergeron.

Le cailloutis supérieur du Moséen a donc été remanié à l'époque flandrienne et sert maintenant de base à l'ergeron. Quant au cailloutis inférieur du Moséen, il est bien développé et il renferme, plus ou moins irrégulièrement, des amas de silex utilisés, indiquant très clairement l'industrie reutelo-mesvinienne.

Un peu plus bas, et de l'autre côté de la route pavée, des brique-

teries installées sur le versant nord-est de la colline indiquent l'intégralité de la conservation des limons sur ce versant.

A 250 mètres au sud de la précédente sablière, une autre exploitation du même genre s'ouvre sur la route de Hornu à Wasmes.

Cette sablière montre une belle coupe, bien nette, que je reproduis ci-après (fig. 8) :

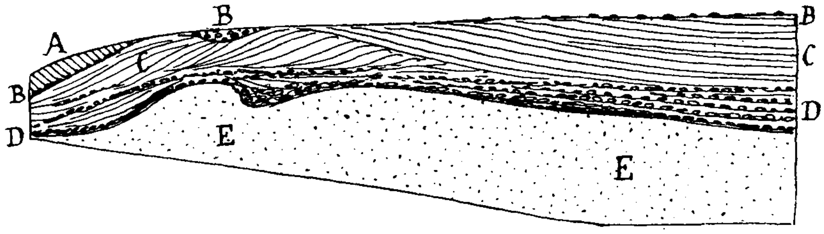


FIG. 8. — *Coupe d'une sablière sur la route de Hornu à Wasmes.*

A.	Limon hesbayen	0m,30
B.	Cailloutis supérieur, moséen.	
C.	Sables plus ou moins graveleux, obliquement stratifiés (stratification fluviale)	1m,20
D.	Cailloutis de silex et de roches diverses, plus ou moins épais . .	0m,10 à 1m,00
E.	Sable landenien (*L1d*)	5m,00 à 6m,00

Le cailloutis D, base du Moséen, est ici très riche en silex utilisés, indiquant très nettement l'industrie reutelo-mesvinienne.

J'ai pu faire dans cette sablière une très belle récolte de silex, pris en position stratigraphique précise (1).

A peu près en face de la sablière, de l'autre côté du chemin, existe une grande briqueterie sur le versant tourné vers l'est.

Plus au sud, le sommet du plateau est couvert de 3m,50 d'ergeron, recouvrant le limon hesbayen. Il n'existe pas de cailloutis au contact de l'ergeron et du limon.

Il n'y a plus, à l'ouest des points que nous venons d'observer, d'autres points montrant des faits pouvant nous intéresser.

Nous traversons donc le grand versant, très peu incliné vers le nord, de la vallée de la Haine et couvert d'épaisses couches d'ergeron et de limon hesbayen, pour arriver, passé la grande gare de formation de

(1) Il est bien entendu que cette récolte de silex a été faite, comme les autres, par moi-même et par mes aides. Il n'est nullement question d'achats aux ouvriers, qui ignorent totalement l'existence des silex utilisés des industries primitives.

Warquignies, à la tranchée de la voie ferrée reliant Warquignies à Saint-Ghislain.

Cette tranchée, dirigée exactement est-ouest, coupe une petite éminence séparant le ruisseau d'Autreppe du ruisseau de Hanneton, dont la vallée très profonde et très encaissée se trouve plus à l'ouest.

Cette tranchée montre (fig. 9) :

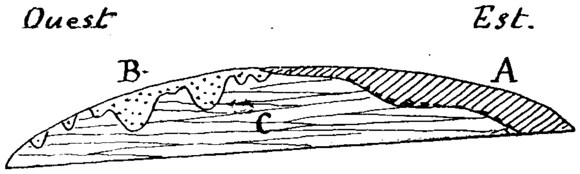


Fig. 9. — *Coupe de la tranchée du chemin de fer à l'ouest de la gare de Warquignies.*

A	Limon hesbayen avec faible cailloutis à la base	1m,50
B.	Poches de tuffeau d'Angres (Landenien inférieur)	1m,00 à 1m,50
C.	Craie blanche sans silex (craie de Saint-Vaast, base du Sénonien) .	2m,00 à 3m,00

Donc, encore revêtement de limon conservé vers l'est.

Nous quittons cette tranchée pour reprendre la voie vers Dour.

A 700 mètres passé l'extrémité ouest de la tranchée dont il vient d'être question, nous rencontrons une importante tranchée très instructive; je l'appellerai tranchée de Boussu-Bois, parce qu'elle est à proximité de la halte de Boussu-Bois (fig. 10).

Cette coupe, déjà si intéressante au simple point de vue géologique, l'est tout spécialement à nos yeux, parce qu'elle nous montre, prise sur le vif, la formation des champs ou tapis de silex de la deuxième catégorie ou formation *sur place*.

En effet, en venant de l'est, nous voyons l'ergeron garnir le versant est de la colline, avec un faible cailloutis à la base, recouvrant soit une poche remplie de limon hesbayen, soit la partie altérée de la craie glauconifère de Maisières, sans silex; tandis que sur le versant tourné vers l'ouest, nous voyons subitement les éclats de silex apparaître en grand nombre et constituer la surface du versant sur une épaisseur de 30 à 50 centimètres en formant un champ de silex.

L'explication du phénomène est très facile à saisir, attendu que la marne blanche crayeuse à bancs de silex qui s'étend sous la craie glauconifère étant inclinée, on reconnaît immédiatement que le champ de silex commence à se montrer aussitôt qu'arrive à la surface le premier banc de rognons de silex.

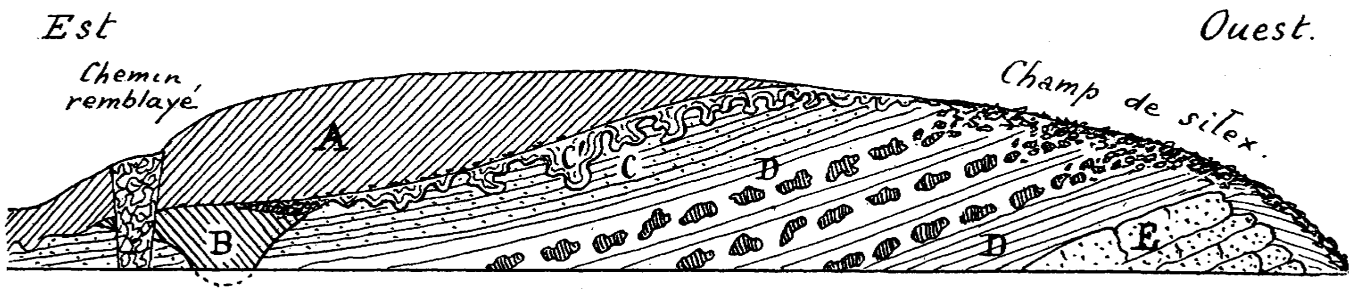


Fig. 10. — *Coupe du talus sud de la tranchée de Boussu-Bois.*

A. Ergeron et terre à briques 2m,00

B. Poche de limon gris, argileux, hesbayen 2m,00

C. Craie glauconifère de Maisières (sommet du Turonien); précédemment à l'arrivée des dépôts quaternaires, cette craie a subi l'influence d'infiltrations d'eaux pluviales qui, grâce à l'acide carbonique qu'elles contiennent, ont altéré, en poches très irrégulières C', le sommet de la craie de Maisières, ont dissous la craie et ont laissé intacte la glauconie 2m,00

D. Marne blanche, crayeuse, dite *rabots*, avec bancs de rognons de silex noirs ou bigarrés blanc et noir . . . . 2m,00 à 3m,00

E. Pointement de poudingue devonien . . . . 2m,00 à 2m,50

Cependant, dans la masse marneuse, les silex sont en gros rognons de formes irrégulières, tandis que le champ de silex superficiel est constitué d'une multitude d'éclats à bords tranchants.

L'examen attentif de chaque banc de silex, depuis le moment où il apparaît, sortant de la profondeur, jusqu'au point où il affleure, montre clairement comment se fait la transformation.

Vers le bas, les rognons se présentent massifs, bien complets; mais à mesure que l'on monte, on les voit se fissurer, d'abord en deux ou trois gros fragments, puis en quatre ou cinq et ainsi de suite, les fragments restant parfaitement en position et donnant toujours l'apparence de rognons complets.

Mais en montant, on voit les fissures s'ouvrir, les fragments s'écarter, puis se déplacer, si bien qu'à proximité du sol, dans la partie marneuse altérée et transformée en argile à silex rougeâtre, la dissociation des fragments détachés par fissuration, par éclatement naturel est complète et les éclats, éparpillés, forment un tapis continu, d'épaisseur assez uniforme, recouvrant toute la surface d'affleurement de la marne à silex. Si l'on en ramasse des échantillons, on voit que tous ces éclats, simplement dissociés, ont les bords entièrement tranchants; mais si l'on cherche à la surface du sol, on ne tarde pas à rencontrer, en assez grand nombre, des éclats en tout semblables à ceux ayant les bords tranchants, mais dont certaines parties des arêtes coupantes portent des retouches locales et méthodiques, absolument caractéristiques de l'utilisation par la main de l'homme.

Évidemment, ce champ de silex a été primitivement recouvert par les limons, et si, sur le versant dirigé vers l'ouest, il apparaît à la surface du sol, c'est encore uniquement au délavage moderne des limons sur les flancs ouest que cette apparition est due.

Il reste, en effet, vers le sommet de la tranchée, encore un peu d'ergeron recouvrant le commencement du champ de silex.

Si l'on rassemble les pièces ou éclats utilisés, on reconnaît aisément que l'on se trouve en présence d'une industrie bien caractérisée, qui est absolument identique à celle recueillie en place, dans le cailloutis de la base du Moséen, dans les sablières établies le long du pavé de Hornu à Wasmes : c'est l'industrie reutelo-mesvinienne.

Nous saisissons donc bien ici, nous prenons réellement sur le fait, tout le mécanisme de la formation de la deuxième catégorie de champs de silex, qui nécessite les conditions suivantes :

1° Existence en sous-sol d'assises crétacées renfermant beaucoup de rognons de silex.

2° Inclinaison de ces assises crétacées à silex permettant leur affleurement au sol sur la tranche, ce qui amène successivement chaque banc de silex à affleurer au sol et à y répandre, en couche plus ou moins épaisse et plus ou moins continue, les débris des blocs ou rognons naturellement fissurés et éclatés.

3° Occupation par l'homme de la couche de silex, alors qu'elle était partout bien à découvert, c'est-à-dire avant le dépôt de tout sédiment quaternaire, et utilisation pure et simple des éclats ramassés sur le sol avec rejet immédiat de l'éclat sur le même sol après utilisation; l'usage de l'éclat cessant soit après que le tranchant naturel ait été simplement émoussé, soit, ce qui arrive plus souvent, après que le tranchant émoussé a été de nouveau avivé par des retouches méthodiques effectuées d'un seul côté de l'arête.

4° Recouvrement de la couche d'éclats bruts surmontée des éclats utilisés par des couches quaternaires multiples (moséennes, hesbayennes et flandriennes).

5° Dénudation, depuis l'époque flandrienne, des versants tournés vers l'ouest, par délavage successif des couches quaternaires en ordre inverse à leur dépôt, de manière à produire dans le manteau limoneux, glaiseux et sableux, de véritables trous, des solutions de continuité, grâce auxquels une partie plus ou moins grande de la couche de cailloutis ayant formé primitivement le sol vers la fin de l'époque tertiaire et occupée par l'homme, au commencement des temps quaternaires, est mise à découvert et constitue, comme auparavant, la surface même du sol.

Grâce à ce délavage des couches recouvrantes, de larges portions de lit d'éclats ou tapis de silex, les uns bruts, les autres utilisés, sont ainsi soumises à nos investigations; ce qui nous permet d'y faire de riches et fructueuses récoltes, incomparablement plus fructueuses que ne peuvent l'être celles effectuées dans les lits de silex encore surmontés de leur recouvrement quaternaire et s'offrant alors en coupes ne présentant toujours qu'une surface d'exploration très limitée (1).

Si les conclusions que je viens d'exposer sont exactes, il doit s'ensuivre que tout le versant de la vallée du ruisseau de Hanneton, dirigé vers l'ouest et formé par les affleurements de couches crétacées à silex, doit constituer un vaste champ de silex.

C'est ce qui a lieu en réalité.

(1) La tranchée de Boussu-Bois montre encore bien d'autres faits intéressants que ceux dont il vient d'être question, mais comme ils n'ont pas de rapport avec le sujet spécial que nous traitons, nous les passerons provisoirement sous silence.

Toute la partie du versant situé entre la voie ferrée (tranchée de Boussu-Bois) et le chemin situé à 1 kilomètre au sud, reliant le Champ-des-Sarts à la grand'route de Boussu à Dour, ne forme qu'un immense tapis de silex, malheureusement en grande partie recouvert par des terris de houillères et où l'on peut récolter de bons silex utilisés.

Au sud du chemin, c'est le Primaire qui affleure; immédiatement les silex se font rares, puis disparaissent complètement.

Après avoir franchi la vallée du ruisseau de Hanneton, la voie ferrée traverse la grand'route de Boussu à Dour, puis elle s'infléchit vers le sud-ouest, pour prendre bientôt une direction nord-sud, qu'elle quitte peu après pour reprendre la direction sud-ouest en aboutissant à la gare de Dour.

Dans sa partie nord-sud, la voie ferrée entre en tranchée sur près de 1 kilomètre de longueur, et cette tranchée longe précisément le flanc sud-ouest d'une nouvelle petite vallée, celle du ruisseau Delval.

Cette tranchée est aussi des plus importantes au point de vue du sujet qui nous occupe, c'est-à-dire du mécanisme de la formation des champs de silex.

Il est aisé de voir qu'aux environs de la traversée de la route de Boussu à Dour, sur le versant est de la vallée de Hanneton et, plus au sud-ouest, sur le plateau existant entre les deux vallées, la voie ferrée repose sur le limon hesbayen ou bien l'entame.

Au commencement de la tranchée, à la courbe raccordant la direction vers le sud-ouest à celle nord-sud, la partie nord de la tranchée se trouve dans le limon hesbayen, visible sur 2 mètres. Bientôt sous le limon apparaît le Crétacé à silex (assise des Rabots) et la coupe suivante apparaît (fig. 11).

Ainsi qu'on le voit, la masse du Turonien est divisée nettement en deux parties : une supérieure, de 2 mètres d'épaisseur environ, est constituée par de l'argile verdâtre à silex, provenant de l'altération sur place de la marne par dissolution du calcaire; l'autre, inférieure, formée par le dépôt crétacé normal, non altéré, ayant conservé son calcaire et ses bancs de silex subcontinus et parallèles, naturellement fendillés et éclatés.

Le départ d'un élément important, le calcaire, a opéré dans la partie supérieure un tassement de l'ensemble qui a rapproché et confondu les bancs de silex primitivement séparés et a formé du tout une masse argileuse verdâtre, pétrie de silex à bords tranchants, presque tous éclatés et dispersés.

La partie supérieure de cette argile à silex a été plus ou moins

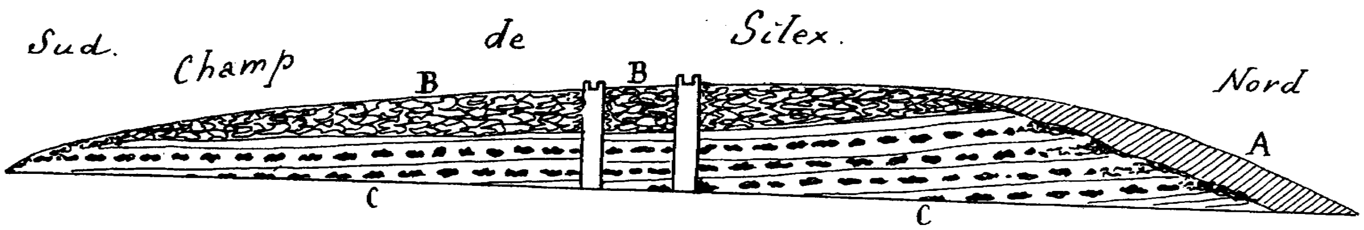


FIG. 11. — *Coupe de la tranchée du chemin de fer entre Boussu-Bois et Dour.*

A. Limon hesbayen . . . . 1m,00 à 2m,00

B. Argile d'altération avec très nombreux éclats de silex, sommet altéré de la couche suivante 2m,00

C. Assise des Rabots (Turonien) ; craie marneuse blanche, avec nombreux bancs de rognons de silex, bruns vers le haut, bigarrés de blanc et de noir vers le milieu, noirs vers le bas, d'autant plus fendillés que l'on s'élève. . . . . 2m,00 à 2m,50

remaniée, d'abord par l'invasion des eaux de la mer landenienne, qui a recouvert la région de ses sédiments glauconifères, puis par les eaux du Pliocène et par celles du commencement du Quaternaire.

Ces actions ont mélangé aux éclats de l'argile à silex des éléments étrangers, tels que cailloux roulés de roches diverses, etc.

C'est après la dénudation des couches landeniennes sus-jacentes, lors de l'ébauche du creusement des vallées, que le cailloutis formé par l'argile à silex d'altération de la marne à silex a été largement mis à découvert, et c'est sur les zones de ce cailloutis, bordant les vallées et mises à nu par l'érosion des eaux de la fin du Pliocène, que nos antiques ancêtres se sont aventurés, puis établis, utilisant à profusion les éléments de ce cailloutis, se présentant à eux sous forme de fragments ou éclats naturels de silex avec un ou plusieurs bords tranchants.

Ce sont ces éclats qui, presque sans accommodation pour la préhension, ont été utilisés par milliers pendant la première période glaciaire quaternaire, puisque les couches sableuses et glaiseuses moséennes, qui ont recouvert le cailloutis à silex utilisés, représentent l'interglaciaire.

Ici encore, nous prenons donc sur le vif le mécanisme de la formation des champs de silex de la deuxième catégorie dite « formation sur place », due à la suite des phénomènes successifs suivants :

1° Existence en sous-sol des couches géologiques renfermant en abondance la matière première utilisable à l'industrie humaine primitive; couches qui, ici, consistent en marne turonienne remplie de bancs subcontinus et parallèles des rognons de silex.

2° Altération superficielle de la marne à silex due à la dissolution du calcaire, ayant amené la transformation de la marne en argile, le fendillement des rognons de silex et le déplacement des éclats par suite des tassements occasionnés par la réduction sensible de volume de la masse.

3° Dépôt, au-dessus de l'argile à silex, de sédiments marins épais, d'âge éocène inférieur (Landenien) (1).

4° Dénudation, tout à la fin du Pliocène, lors de l'ébauche du creusement des vallées actuelles, des sédiments landeniens et montiens et mise à nu, le long des bords des vallées ébauchées, de zones plus ou moins larges d'argile à silex, sommet altéré du Crétacé.

5° Occupation par l'homme, dans les premiers temps du Quater-

(1) Il est hautement probable que l'invasion de la mer landenienne a été précédée d'une période lacustre de l'âge du calcaire de Mons, dont il reste çà et là des vestiges dans les environs.

naire (premier glaciaire quaternaire), des zones caillouteuses mises à découvert, qui ont été utilisées largement à la confection d'un outillage d'aspect primitif, que l'on reconnaît aisément pour être *reutelo-mesvinien.*

6° Recouvrement par les dépôts quaternaires successifs : moséens, hesbayens et flandriens des zones caillouteuses précédemment occupées par l'homme.

7° Dénudation, sur les flancs dirigés vers l'ouest, à l'époque moderne, des couches quaternaires dans l'ordre inverse à leur dépôt, par délavage causé par les grandes pluies du sud-ouest et mise à découvert sur ces versants ouest *seuls,* de parties plus ou moins étendues des champs ou tapis de silex offrant à nos recherches de riches matériaux relatifs aux temps si reculés où florissait l'industrie reutelo-mesvinienne.

Si ces conclusions sont exactes, tout le versant de la vallée du ruisseau Delval dirigé vers le sud-ouest, et que nous savons à sous-sol crétacé silexifère, doit constituer un immense champ ou tapis de silex.

C'est ce qui se vérifie entièrement.

Depuis la tranchée du chemin de fer dont il a été question ci-dessus, jusqu'à la grand'route de Mons à Valenciennes, tout le versant n'est formé que d'un amas d'éclats de silex, de 50 à 60 centimètres d'épaisseur, absolument continu, à la surface duquel on peut recueillir, en échantillons innombrables, les éclats utilisés caractéristiques de l'industrie reutelo-mesvinienne.

Là, la matière première était en telle abondance que toute la masse du cailloutis n'a pu être utilisée ; aussi peut-on y recueillir, à la fois, une foule d'éclats intacts, ayant tous leurs bords tranchants, inutilisés, et une quantité d'éclats tout à fait semblables, mais dont les tranchants utilisables ont été employés, ont été émoussés, puis réemployés après avivage de l'arête tranchante par des retouches méthodiques faites d'un même côté.

Lorsque l'éclat offre plusieurs arêtes tranchantes susceptibles d'emploi, elles ont souvent servi et elles portent les retouches ordinaires de réemploi.

Souvent aussi, ces sortes de lames naturelles offrent deux arêtes tranchantes de chaque côté d'un angle aigu. Dans ce cas, les deux arêtes ont été utilisées, mais comme elles devaient être employées dans le même sens, lorsque l'une des arêtes était hors d'usage, on devait faire faire à l'instrument un demi-tour. On reconnaît alors que les retouches sont alternes, c'est-à-dire qu'elles sont toutes faites sur une face pour une arête et sur l'autre face pour l'autre arête.

Après avoir exploré le vaste tapis de silex du versant sud-ouest du ruisseau Delval, nous nous sommes portés sur le versant nord-est où aucun caillou n'est visible à cause du recouvrement intact des limons, puis nous nous sommes dirigés vers Élouges par le plateau couvert de limon.

A l'ouest de la route de Thulin à Élouges, nous nous sommes encore trouvés sur le versant dirigé vers l'ouest du petit ruisseau d'Élouges, où un champ de silex est aussitôt visible.

Mais ici on reconnaît immédiatement que l'on est en présence d'un champ de la première catégorie de « formation par transport ».

En effet, un chemin creux descendant de la route vers le ruisseau montre la coupe suivante (fig. 12) :

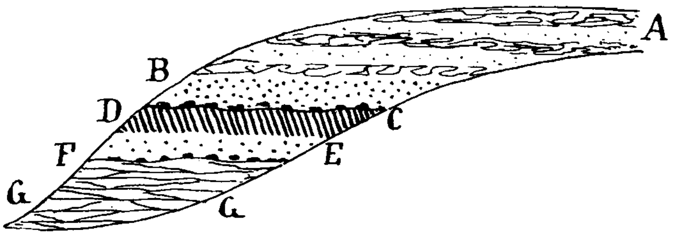


FIG. 12. — *Coupe d'un chemin creux entre Thulin et Élouges.*

A.	Tuffeau d'Angres fossilifère (Landenien marin inférieur)	$2^m,00$
B.	Sable noir, glauconifère	$1^m,00$
C.	Lit de petits cailloux roulés.	
D.	Argile noir bleuâtre	$0^m,50$
E.	Argile sableuse avec plaquettes durcies	$0^m,50$
F.	Lit de petits cailloux roulés noirs.	
G.	Craie blanche sans silex	$1^m,00$

Les couches A, B et C appartiennent au Landenien inférieur, C étant le gravier de base. D, E, F appartiennent au Paléocène (étage montien, assise supérieure d'eau douce; *Mn 2* de la légende de la Carte géologique). La craie G paraît être la craie de Saint-Vaast (Sénonien inférieur).

Le cailloutis à silex utilisés est répandu à la surface du Landenien qui affleure directement au sol; c'est donc un cailloutis de transport qui date de l'ébauche du creusement des vallées et sur lequel l'homme à industrie reutelo-mesvinienne est venu s'établir en jonchant le sol de ses instruments.

Toutefois, le site a sans doute paru en tous temps favorable à l'occupation humaine, car aux outils reutelo-mesviniens, on trouve, mélangés, des instruments mesviniens, acheuléens, magdaléniens et néolithiques; puis des campements celtiques et un établissement fortifié gallo-romain.

Évidemment, primitivement, le cailloutis à industrie reutelo-mesvinienne s'est trouvé nettement séparé des industries moins anciennes par des dépôts quaternaires successifs, mais ceux-ci, ayant rapidement disparu par dénudation sur le versant dirigé vers l'ouest, les divers cailloutis se sont trouvés mélangés et ont confondu leurs industries spéciales. Il semble, du reste, que le délavage des limons sur la pente avait déjà dû être opéré à l'époque gallo-romaine, car les nombreux objets de cette époque recueillis par M. Charles Debove, d'Élouges, ont été retirés de l'humus recouvrant directement soit le Landenien, soit la craie blanche.

Là se termine le compte rendu de l'excursion au cours de laquelle les membres présents ont pu se convaincre de la réalité des faits qui leur étaient montrés et ont pu recueillir de nombreux silex utilisés à la surface des champs ou tapis de silex explorés.

Mais là ne se termine pas la série des coupes montrant dans la même région, de manière si nette et si convaincante, tout ce qui a rapport à la formation des champs ou tapis de silex des deux catégories.

Le levé géologique des feuilles de Quiévrain, Roisin et Belœil m'a encore fourni quantité d'autres coupes, dont quelques-unes méritent d'être signalées.

Et d'abord, notons encore, en passant, un des cas si nombreux de la parfaite concordance des industries humaines et de la stratigraphie.

Un peu au sud-ouest de la gare de Dour se détache, de la ligne de Quiévrain, la ligne plus récente vers Bavai.

Au sud-ouest de la bifurcation, entre Élouges au nord et Wihéries au sud, il existe un groupe d'habitations compris entre les voies ferrées et connu sous le nom de Coron de Wihéries (cote 70).

A l'est de ce groupe d'habitations se trouvent des terrains cultivés où, passant alors que le sol venait d'être labouré, je vis celui-ci presque uniquement formé d'éclats de silex et de cailloux dans la partie exposée au nord-ouest.

Je crus d'abord à un affleurement du cailloutis de base du Moséen, à cause de l'abondance des cailloux; et ayant commencé des recherches, je recueillis immédiatement une série très importante de pièces utilisées, mais d'aspect moins primitif que celles caractérisant l'industrie reutelo-mesvinienne.

La plupart des pièces étaient non seulement utilisées, mais elles portaient des traces évidentes d'accommodation pour la facile préhension.

Ce caractère d'accommodation à la main, jointe aux traces d'utilisation, caractérise surtout l'industrie mesvinienne.

L'ensemble des pièces recueillies au Coron de Wihéries présentant un aspect nettement mesvinien, le cailloutis ne pouvait être celui de base du Moséen : il devait être celui du sommet de cette assise quaternaire. C'est, en effet, ce qu'un sondage démontra aussitôt.

Une petite partie de la surface ayant été débarrassée à la bêche du cailloutis, la sonde s'enfonça dans une argile verte, sableuse, plus ou moins plastique, qui est la glaise moséenne; puis, à $1^{m},30$ vint du sable argileux, auquel se mêlent, vers $1^{m},80$, des linéoles de cailloux.

A $2^{m},30$, les cailloux de base du Moséen cessent et la sonde entre dans le sable glauconifère, argileux, durci (tuffeau d'Angres) du Landenien inférieur.

Le cailloutis de la surface, à industrie mesvinienne, était donc bien le cailloutis supérieur du Moséen.

Parmi les coupes qui nous restent à signaler comme démonstratives de la formation des champs et tapis de silex, nous citerons d'abord celle du chemin de fer de Bavai à l'est d'Audregnies.

Avant de franchir la vallée de la petite Honnelle (1) sur un remblai très élevé, la voie ferrée passe en tranchée vers la cote 80, selon une courbe rappelant absolument celle décrite par la ligne de Quiévrain, entre Boussu-Bois et Dour, et dont nous avons donné la coupe ci-dessus.

En prenant la voie ferrée au Coron de Wihéries et en suivant la direction d'Audregnies, on reconnaît que le plateau au sud de la gare d'Élouges est constitué par le limon hesbayen, visible sur 3 mètres dans une tranchée. Bientôt, passé une petite dépression du sol, s'ouvre la grande tranchée, longue de plus de 1 kilomètre, dont nous croyons utile de fournir la coupe (fig. 13).

Ainsi qu'on le voit, la coupe répond encore complètement aux conditions déjà souvent énumérées dans ce travail.

En venant du nord-est, nous trouvons le limon hesbayen A épais de 2 à 3 mètres et présentant à sa base un cailloutis B peu abondant le long du contact du limon et du Landenien, visible dans la tranchée, mais devenant plus important vers le nord-est, où il a 30 centimètres

(1) Ruisseau ainsi dénommé sur les cartes de l'Institut cartographique militaire, et appelé Aunelle dans les travaux de M. Ladrière.

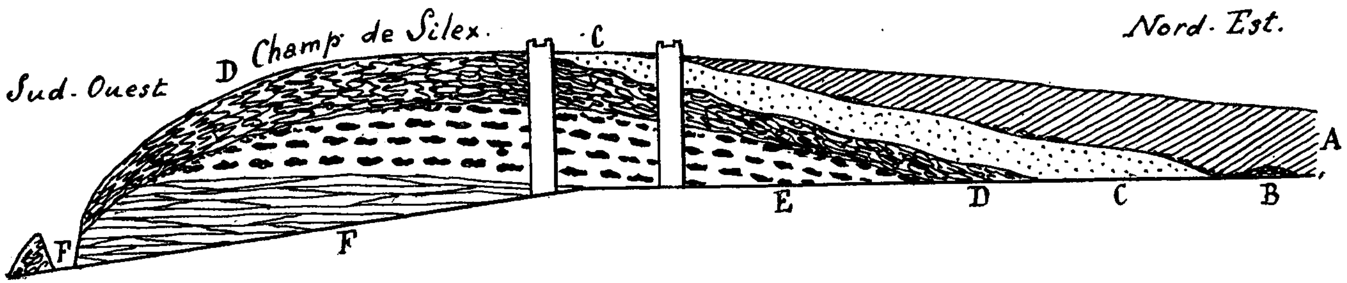


Fig. 13. — *Coupe de la tranchée du chemin de fer à l'est d'Audregnies.*

A. Limon hesbayen	0 à 3^m,00
B. Cailloutis moséen, composé de silex plus ou moins anguleux, irrégulier et discontinu	0^m,05
C. Landenien inférieur, composé vers le haut de sable glauconifère (*L1d*), vers le bas de sable argileux à gros points de glauconie.	0 à 2^m,50
D. Argile à silex, constituée par d'innombrables fragments ou éclats de silex plus ou moins volumineux, à cassure brune, cimentés par une argile rougeâtre	1^m,00 à 2^m,50
E. Marne crayeuse remplie de lits subcontinus et serrés de rognons de silex plus ou moins éclatés, à cassure bigarrée noir et blanc.	2^m,50
F. Marne crayeuse sans silex.	3^m,00 à 4^m,00

d'épaisseur et où il est mélangé de sable roux, lui donnant bien le caractère moséen.

A mesure qu'on s'avance dans la tranchée en se dirigeant vers Audregnies, le limon diminue pour faire place au Landenien inférieur C. Bientôt celui-ci s'élève, à son tour, pour montrer un amas d'éclats de silex D, cimentés par de l'argile rougeâtre, épais de 2 mètres.

Ce lit caillouteux d'argile à silex monte à son tour pour découvrir la couche normale E, dont elle est le résidu d'altération superficielle : c'est une marne blanche, turonienne, remplie de rognons de silex bigarrés.

Toutefois, la majorité des silex de l'argile à silex sont à cassure brune, ce qui montre que ce n'est pas la partie à silex bigarrés qui a été atteinte par l'altération, mais la partie supérieure, à gros rognons, à cassure brune, exactement comme dans la coupe de la tranchée entre Boussu-Bois et Dour, décrite ci-dessus.

Enfin, sous la marne à silex s'étend une marne blanche sans silex F, visible sur 3 à 4 mètres. On remarque immédiatement que c'est là où l'argile à silex D surmonte la marne à silex E que le résidu d'altération est le plus épais; en ces points, en effet, la couche D a $2^{m},50$ d'épaisseur. Le tapis de silex est donc de la deuxième catégorie, c'est-à-dire formé sur place.

Enfin, toute la partie de la tranchée où l'argile à silex D se montre directement à la surface du sol, correspond précisément au versant sud-ouest de la vallée de la petite Honnelle, selon la règle immuable.

Cela étant, nous devons donc nous attendre à rencontrer, sur les champs avoisinant la tranchée, un tapis de silex important.

C'est ce qui ne manque pas d'avoir lieu. Sur tout le versant, depuis la tranchée jusqu'au village de Baisieux, c'est-à-dire sur 2 kilomètres de longueur, le sol n'est composé que d'innombrables éclats de silex, parmi lesquels de très nombreux silex utilisés.

Si l'on observe le sommet de la tranchée, on voit très bien que le sommet de l'argile à silex D a un aspect remanié parfois sur plus de 1 mètre d'épaisseur, et que des éléments étrangers au cailloutis de silex, tels que galets roulés de silex ou de roches primaires, y ont été introduits, soit par les remous de la mer landenienne, soit lors de l'ébauche des vallées à la fin des temps tertiaires.

L'industrie que l'on recueille sur les champs de silex mis à découvert n'est pas homogène. Sur un fond de reutelo-mesvinien abondant se détachent des points localisés où se rencontre l'industrie mesvi-

nienne et même des pièces appartenant à la transition du Mesvinien à l'Acheuléen. Je considère du reste, comme très probable, la trouvaille de pièces acheuléennes.

C'est qu'en effet, la dénudation moderne a enlevé, sur le versant de la petite Honnelle dirigé vers le sud-ouest, toutes les couches quaternaires : moséen, limon hesbayen et flandrien qui s'y trouvaient, mélangeant, comme nous l'avons déjà constaté sur le versant ouest du ruisseau d'Élouges, les industries spéciales aux divers niveaux.

Ce versant dénudé d'Audregnies forme un violent contraste avec le versant qui lui fait face et est dirigé naturellement vers le nord-est.

A 200 à 300 mètres du ruisseau, des chemins creux se dirigeant du village d'Audregnies vers la gare montrent de 6 à 7 mètres d'ergeron flandrien sans que sa base soit atteinte; toute la gare elle-même est en tranchée de 4 à 5 mètres dans l'ergeron.

Entre Roisin et Autreppe, il existe encore un chemin offrant une coupe bien intéressante, car il traverse, à la cote maximum (103 mètres), la colline allongée comprise entre le ruisseau de Vilette et celui de Doiseau, affluents de la grande Honnelle ou Hogneau (1).

Le chemin, en partant de Roisin vers l'est, traverse un vaste plateau couvert de limon hesbayen visible dans les parties creuses descendant le versant dirigé vers l'est du ruisseau de Vilette sur 5 mètres d'épaisseur, sans montrer sa base.

A la traversée de la vallée, au nord du hameau de Meaurain, la rive droite est dirigée vers le nord-ouest, donc dans un sens peu favorable à la dénudation énergique.

Aussi les talus montrent-ils, à la montée, $2^{m},50$ de limon hesbayen, recouvrant un cailloutis de silex noir de 50 centimètres reposant, au niveau du chemin, sur une marne blanche altérée.

Au sommet de la courte montée, le pavé de Meaurain à Autreppe prend la direction nord-est, montrant des épaisseurs de 2 à 4 mètres de limon hesbayen.

Bientôt le pavé tourne brusquement vers l'est. Au tournant, sous 2 mètres de limon hesbayen, le cailloutis à silex réapparaît un instant, puis le limon reprend et est exploité dans une briqueterie.

Passé l'altitude 103, le chemin s'incline vers le nord-est et descend le versant assez rapide de la vallée de Doiceau.

(1) La rivière à laquelle la carte de l'Institut cartographique militaire donne le nom de Grande-Honnelle est beaucoup plus connue des géologues sous le nom d'Hogneau. C'est sous ce nom que nous désignerons désormais la rivière.

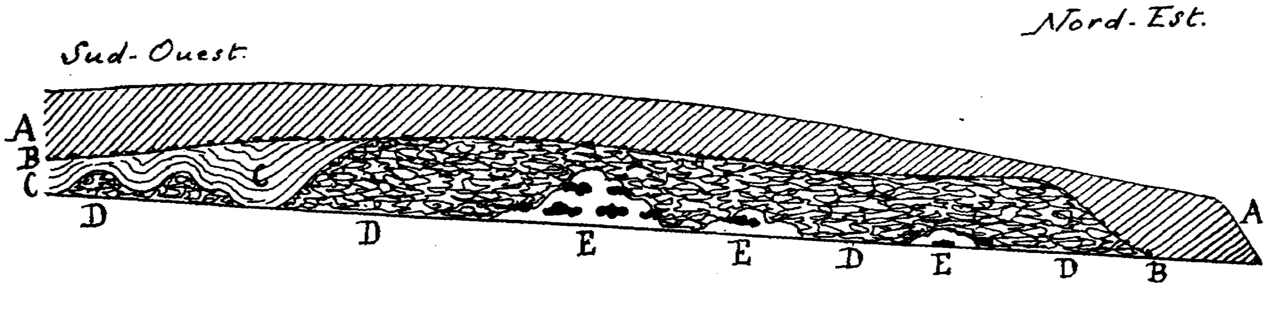


Fig. 14. — *Coupe d'un chemin creux entre Roisin et Autreppe.*

A. Limon hesbayen . . . . 1m,00 à 3m,00

B. Faible cailloutis assez continu.

C. Glaise moséenne verte, stratifiée . . . . 0 à 2m,00

D. Puissant cailloutis formé de gros rognons de silex fendillés vers le bas, d'éclats dispersés vers le haut, cimentés par de l'argile. Les silex sont gris, un peu bigarrés 2m,50

E. Marne turonienne à rognons de silex noir, en pointements dans le cailloutis.

En raison de la pente rapide, les eaux de pluie ruisselantes ont quelque peu raviné les recouvrements limoneux, de sorte que de l'altitude 100 à l'altitude 80, le chemin creux montre une coupe très intéressante que nous reproduisons ci-dessus (fig. 14) :

Le cailloutis D est, encore ici, formé « sur place ».

Sans l'existence du chemin creux, rien du cailloutis ne serait visible, car rien ne révélerait sa présence sous le manteau de glaise et de limon.

Toutefois, ce manteau protecteur n'empêche en rien que le sommet du cailloutis ait été utilisé par l'homme moséen avant le dépôt de la glaise.

En effet, si l'on cherche dans la partie supérieure du cailloutis, surtout dans les points où il est recouvert par la glaise moséenne, on rencontre des silex utilisés, indiquant clairement la présence de l'industrie reutelo-mesvinienne.

Le champ ou tapis de silex existe donc, mais souterrainement, et les richesses archéologiques qu'il renferme ne sont pas largement étalées à la surface du sol, uniquement à cause de l'orientation du versant, inverse à ce qu'elle devrait être pour amener l'affleurement direct du cailloutis.

Sur le versant nord de la colline, au bas de la pente, tout près de l'Hogneau (cote 75 environ), une carrière montre la coupe suivante (fig. 15) :

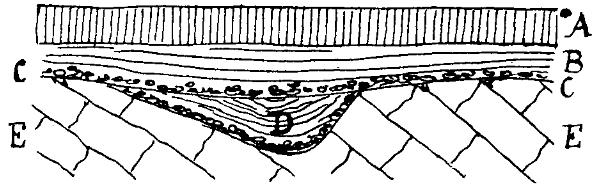


FIG. 15. — *Coupe d'une carrière de calcaire devonien au sud-ouest d'Autreppe.*

A.	Terre à briques	1m,20
B.	Ergeron bien stratifié	1m,50
C.	Cailloutis sommet du Moséen	0m,15
D.	Glaise moséenne avec gros cailloutis de silex brun à la base	0m,80
E.	Calcaire devonien exploité.	

Le cailloutis C, sommet du Moséen, était facilement abordable; j'y ai recueilli quelques bons spécimens de l'industrie mesvinienne.

Il est probable que le cailloutis de base D renferme l'industrie reutelo-mesvinienne, mais, à cause de la disposition des lieux, je n'ai pu m'en assurer. Cette industrie existe du reste en abondance dans la grande carrière d'Autreppe, à droite du chemin allant de la gare au village; cette carrière se trouvant sur le versant de la vallée de l'Hogneau exposée au sud-ouest, les couches quaternaires ont été complètement délavées, et il ne reste plus, à la surface de la marne blanche turonienne, que le cailloutis base du Moséen avec son industrie caractéristique.

Au sud du village d'Angreau part directement vers l'ouest un chemin creux présentant également de l'intérêt.

Il coupe un petit promontoire dirigé nord-sud, compris entre l'Hogneau et un ravin parallèle (fig. 16).

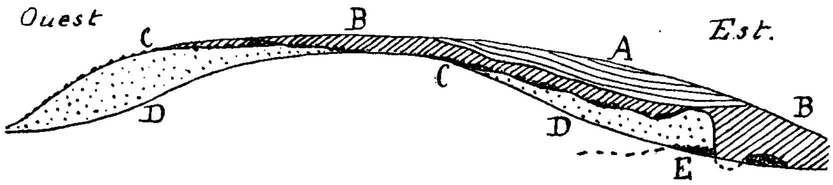


Fig. 16. — *Coupe d'un chemin creux au sud-ouest d'Angreau.*

A. Ergeron avec petit gravier à la base . . . . $1^m,00$ à $2^m,00$
B. Limon hesbayen . . . . 0 à $4^m,00$
C. Cailloutis moséen avec mélange d'industries reutelo-mesvinienne et mesvinienne . . . . $0^m,20$ à $0^m,60$
D. Landenien inférieur . . . . $2^m,00$ à $3^m,00$
E. Cailloutis (argile à silex) sommet du Turonien.

Ici, le cailloutis moséen est unique et, puisqu'il repose sur le Landenien, son origine est « de transport ».

Entre Angres et Angreau existe la tranchée du tramway vicinal, que la Société belge de géologie a déjà eu l'occasion de visiter sous la conduite de M. Ladrière.

Ce géologue, dont les études ont tant fait pour la connaissance du Quaternaire du Nord de la France, a publié, dans les *Annales de la Société géologique du Nord* (1), une belle coupe de la tranchée prise lors de son creusement.

Actuellement, la tranchée a bien perdu de sa fraîcheur primitive, la

(1) J. Ladrière, *Étude stratigraphique du terrain quaternaire du nord de la France*. (Ann. Soc. géol. du Nord, t. XVIII, novembre, 1895.)

végétation l'a envahie; mais, avec un peu de patience, on peut encore en rafraîchir quelques portions, ce que nous avons fait.

Il n'est toutefois plus possible de reconnaître les diverses subdivisions de la division moyenne de M. Ladrière, correspondant à notre limon hesbayen.

Le fait a, du reste, très peu d'importance, car nous sommes habitués à considérer le limon hesbayen « en gros », c'est-à dire indépendamment de ses subdivisions.

La coupe que donne M. Ladrière, dans le travail précité, est celle visible dans le talus de gauche en allant d'Angres à Angreau. Cette coupe est compliquée ou plutôt l'allure des couches est très irrégulière.

En étudiant la tranchée de droite, il m'a paru que la coupe est plus régulière, plus compréhensible et montre quelques particularités que M. Ladrière n'a pas signalées dans le talus gauche.

Voici, telle que j'ai pu la reconstituer, et en négligeant le détail des subdivisions du limon moyen, qu'il n'est plus possible d'observer actuellement, la coupe du talus de droite : (Voir fig. 17).

C'est bien, d'une manière générale, la composition de la coupe donnée par M. Ladrière, coupe que nous avons, du reste, pu observer en 1892 sous sa direction, sauf de légers détails, dont le plus important consiste dans la présence, dans la partie basse, d'une nouvelle apparition du Moséen sableux surmonté du cailloutis supérieur, jouant le rôle de gravier de base du limon hesbayen.

Le cailloutis inférieur du Moséen, G, est très épais; il a parfois plus de 1 mètre d'épaisseur; il est constitué par de gros rognons de silex brun, souvent fendillés ou éclatés, mélangés à beaucoup d'éclats de silex et à des galets plus ou moins volumineux de roches primaires et de silex.

Ce cailloutis inférieur renferme, en grande abondance, des silex utilisés : gros percuteurs, racloirs et grattoirs, dont l'ensemble représente, d'une manière typique, l'industrie reutelo-mesvinienne.

Lorsque le limon hesbayen repose directement sur des parties de ce cailloutis non recouvertes de couches moséennes (glaise ou sable), on remarque immédiatement que la partie supérieure est constituée par des éclats ayant un aspect tout différent de ceux de la partie inférieure.

Ceux-ci sont brun foncé, tandis que ceux de la partie supérieure sont fortement patinés en blanc ou présentent une patine laiteuse ou vermiculée, accompagnée d'un beau poli. En même temps, l'industrie se perfectionne et offre les types mesviniens ou même de transition du Mesvinien à l'Acheuléen.

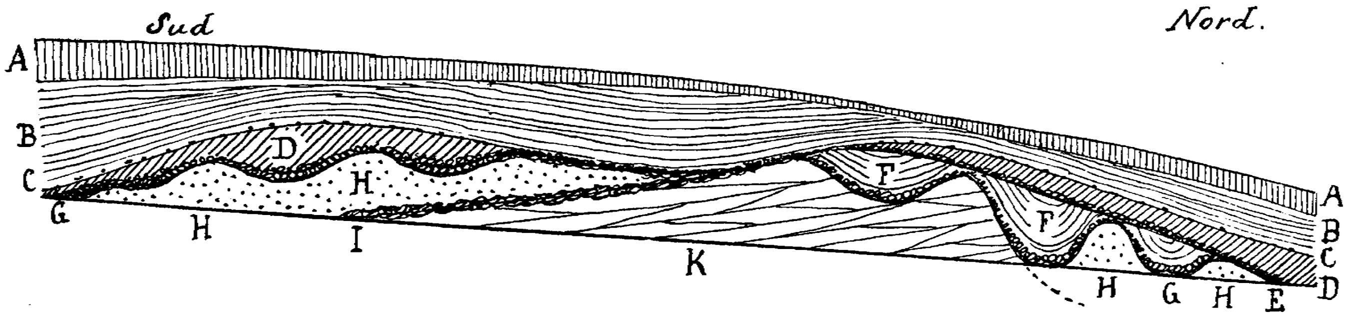


Fig. 17. — *Coupe de la tranchée ouest du tramway vicinal entre Angres et Angreau.*

A. Terre à briques. B. Ergeron. C. Faible cailloutis d'éclats de silex.	*Flandrien.*
D. Limon gris à Succinées. Limon fendillé. Limon doux avec taches noires.	*Hesbayen.*
E. Cailloutis supérieur. F. Glaise (sable argileux) et sable grossier. G. Cailloutis inférieur.	*Moséen.*
H. Tuffeau d'Angres (Landenien inférieur). I. Gros cailloutis de silex.	*Éocène inférieur.*
K. Marne crayeuse blanche, à silex noirs.	*Turonien.*

Ce mélange d'industries cesse de se montrer aussitôt qu'une couche moséenne (glaise ou sable roux grossier) surmonte le cailloutis inférieur.

Alors ce cailloutis renferme l'industrie reutelo-mesvinienne pure, tandis que les éclats très patinés et polis à industrie mesvinienne et de transition se montrent seuls dans le cailloutis supérieur; ce qui du reste est la règle générale.

La tranchée du tram vicinal, au sud d'Angreau, est donc très intéressante, tant par la belle coupe qu'elle montre que par la présence d'industries différentes dans les deux cailloutis moséens et par l'abondance des silex utilisés à recueillir. C'est un magnifique exemple de champs de silex, du type *de transport*, encore enfoui sous les dépôts quaternaires postérieurs.

Enfin, pour ce qui concerne la rive gauche de la vallée de la Haine, je crois utile de signaler encore les coupes fournies par le chemin de Baisieux à Marchipont, entre l'Hogneau et un ravin profond courant nord-sud à l'est de Marchipont.

Le chemin est dirigé du nord-est au sud-ouest.

Il entre en tranchée presque dès le moment où cesse la plaine d'alluvions de l'Hogneau, et il reste en tranchée plus au moins profonde jusqu'à la rencontre avec le ravin dont il a été question ci-dessus.

L'altitude supérieure (56 mètres) divise le chemin en deux parties à peu près d'égale longueur.

La partie vers Baisieux fournit la coupe suivante (fig. 18) :

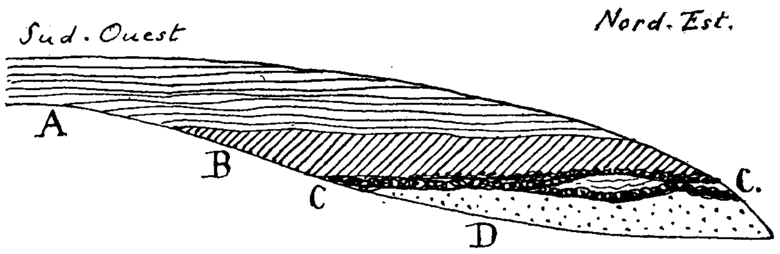


FIG. 18. — *Coupe d'un chemin creux entre Baisieux et Marchipont (partie nord-est).*

A. Ergeron stratifié surmonté de terre à briques	3m,00 à 4m,00
B. Limon hesbayen, argileux, stratifié.	2m,00 à 2m,50
C. Moséen constitué par un gravier supérieur, par de la glaise stratifiée, puis par un cailloutis inférieur; ensemble.	1m,00 à 1m,20
D. Sable argileux landenien inférieur	1m,00 à 2m,00

La partie vers Marchipont montre (fig. 19) :

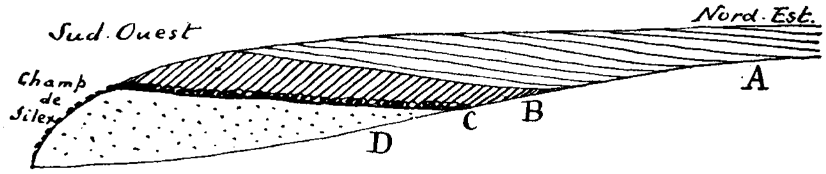


FIG. 19. — *Coupe d'un chemin creux entre Baisieux et Marchipont (partie sud-ouest).*

A. Ergeron surmonté de terre à briques	3^m,00 à 4^m,00
B. Limon hesbayen, argileux	2^m,00 à 3^m,00
C. Cailloutis moséen	0^m,50
D. Tuffeau d'Angres en bancs stratifiés (Landenien inférieur)	3^m,00 à 4^m,00

L'ergeron est très bien caractérisé : il forme des talus verticaux dépourvus de végétation et se montre très bien stratifié. La base n'est pas caillouteuse, mais elle est assez nettement marquée par un lit de concrétions calcaires dites « poupées de l'ergeron ».

Sous l'ergeron vient le limon hesbayen, dont le sommet me paraît bien être le limon fendillé de M. Ladrière.

Dans la partie vers Baisieux, le Moséen, quoique peu épais, est bien complet : il comprend les deux cailloutis séparés par des lambeaux de glaise stratifiée. Ce Moséen est recouvert par 3 à 4 mètres de limon hesbayen et d'ergeron.

Il est très difficile de faire des recherches dans le cailloutis supérieur, mais le cailloutis inférieur est très abordable et renferme une quantité de silex utilisés, grattoirs et percuteurs nombreux, ceux-ci donnant à l'industrie un aspect plus reutelien que reutelo-mesvinien.

Toutefois, les grattoirs et racloirs divers sont trop abondants pour qu'il soit question de Reutelien pur.

Les quelques instruments recueillis dans le gravier supérieur semblent indiquer le Mesvinien.

Vers Marchipont, nous sommes sur le versant du ravin dirigé vers le sud-ouest; aussi tout le chemin qui longe, au nord, le versant du ravin exposé à l'ouest, est-il en affleurement de tuffeau d'Angres. Les limons ont donc été enlevés par dénudation, aussi la surface du sol, sur près de 1 kilomètre de long, constitue-t-elle un admirable champ ou tapis de silex où fourmillent les éclats utilisés et où les recherches sont des plus fructueuses.

Ici, toutefois, le Moséen est réduit à un seul gravier, qui n'est probablement que la superposition des deux vus à l'extrémité vers Baisieux, soit par dénudation de la glaise, soit plutôt par ravinement de la glaise par le gravier supérieur.

Cette superposition des deux cailloutis devient évidente dès qu'on se livre à des recherches de silex.

En effet, sur le fond très abondant et continu d'industrie reutelo-mesvinienne, composée principalement de silex à extérieur brun foncé, se détachent des pièces polies à patine blanche ou des outils de silex jaune, rouge ou noir, tels que le sont ceux que l'on rencontre généralement au niveau supérieur lorsque celui-ci est distinct.

Toutes ces pièces sont ordinairement plus retouchées et surtout plus accommodées que les pièces du Reutelo-Mesvinien et indiquent bien l'industrie mesvinienne.

Enfin, vers Baisieux, au nord du chemin de Marchipont, le chemin longeant l'Hogneau entame un promontoire limoneux montrant :

Bel ergeron friable, fin, très stratifié, en lits colorés en jaune et en gris, 4 à 5 mètres;

Limon hesbayen très calcareux, $0^{m},50$ à 1 mètre;

Cailloutis moséen épais, à silex utilisés, 1 mètre.

Le Landenien se trouve sous le cailloutis, qui est situé à environ 3 mètres au-dessus du niveau actuel de l'eau.

Tous les champs de silex, dont il vient d'être parlé en dernier lieu, reposant sur le Landenien, sont donc des gisements de formation « par transport ».

Conclusions.

Tel est l'ensemble des gisements sur lesquels j'ai cru devoir attirer l'attention, parce qu'ils permettent d'étudier aisément et surtout sûrement le mode de formation des champs de silex des deux catégories : formation par transport et formation sur place.

A côté de chaque champ de silex s'étendant directement à la surface du sol existent de magnifiques coupes, nous montrant — sans qu'on puisse élever le moindre doute — que ces riches gisements superficiels, que l'on pourrait prendre, à première vue, pour des gisements néolithiques, sont au contraire d'admirables gisements de paléolithique ancien.

En effet, partout, en suivant ces champs de silex vers le nord ou vers

l'est, nous les voyons non seulement disparaître de la surface, mais s'enfoncer très nettement sous de fortes épaisseurs de limon hesbayen ou flandrien, et souvent sous les deux superposés (1).

En étudiant le prolongement des champs de silex sous les couches quaternaires, nous les voyons se conduire de diverses manières, toutes significatives.

D'abord, nous les voyons reposer directement, 1° soit sur les couches crétacées à silex, souvent transformées à la partie supérieure, en argile à silex par l'effet de l'altération superficielle (dissolution et entraînement du calcaire), et alors nous avons affaire à un tapis de *formation sur place;* 2° soit sur les couches de l'Éocène inférieur non silexifères, et alors il n'est question que d'un tapis de *formation par transport* (2).

D'autre part, nous les voyons se prolonger sous les couches recouvrantes, soit en se dédoublant, soit en restant uniques.

S'il y a dédoublement, c'est toujours la glaise ou le sable moséen qui viennent s'intercaler entre les parties du cailloutis dédoublé et alors, au lieu d'un seul champ de silex, il en existe deux superposés, pouvant renfermer chacun des silex appartenant à des industries différentes.

D'une manière absolument générale, on ne rencontre, dans le tapis inférieur ou base du Moséen, que l'industrie reutelo-mesvinienne, tandis que dans le tapis supérieur ou sommet du Moséen, la plus ancienne industrie que l'on rencontre est l'industrie mesvinienne, celle-ci pouvant être accompagnée d'instruments mesvino-acheuléens ou chelléens et même d'instruments acheuléo-moustériens.

C'est ce que nous avons déjà rencontré dans la vallée de la Lys avec cette différence que, dans cette vallée, les couches moséennes ne se rencontrent que sur la terrasse supérieure et que le cailloutis de base du Moséen, formant champ de silex, se trouvant à altitude relativement

(1) Il est évident que si ces gisements étaient réellement néolithiques, nous devrions, au contraire, les voir continuer à s'étendre non seulement au-dessus du limon hesbayen, mais encore au-dessus des limons flandriens, toutes ces couches étant antérieures à l'époque néolithique qui correspond à l'époque moderne des géologues.

(2) Il est bien entendu qu'en général, dès que le champ de silex ne repose pas directement sur l'argile à silex qui lui a donné naissance, il y a formation par transport. C'est ainsi que le champ de silex ayant fourni la matière première aux populations reuteliennes repose sur le Paniselien (partie supérieure de l'Éocène inférieur), tandis qu'à Maffles il repose sur le calcaire carbonifère, et dans la vallée de la Sambre, il repose sur le terrain houiller.

élevée, ce n'est pas l'industrie reutelo-mesvinienne que l'on recueille, mais l'industrie reutelienne.

Les cailloutis à industrie reutelo-mesvinienne bien caractérisée sont à des niveaux relativement bas dans la vallée de la Haine, tandis qu'aux points plus élevés, l'ensemble des pièces présente plutôt un aspect se rapprochant du Reutelien.

Si, en s'enfonçant sous les couches recouvrantes, le cailloutis reste unique, c'est que, lors de son dépôt, le cailloutis supérieur moséen a raviné si énergiquement les glaises et les sables moséens précédemment déposés, que ces couches ont été entièrement enlevées et que le cailloutis supérieur est venu se superposer directement au cailloutis inférieur et même s'y mélanger plus ou moins profondément.

Dans le cas de superposition sans remaniage important du cailloutis inférieur, les industries propres aux deux cailloutis se retrouvent plus ou moins nettement séparés, et presque toujours les éclats de silex utilisés ou non du cailloutis supérieur se reconnaissent facilement à leur poli et à leur patine blanchâtre, souvent épaisse, tandis que les éléments du cailloutis inférieur ne semblent pas patinés, bien qu'en réalité ils soient recouverts d'une patine très mince, brun foncé. Les silex des deux cailloutis sont, du reste, souvent de nature très différente.

Dans les cas, relativement rares, où le cailloutis supérieur a profondément remanié le cailloutis inférieur, alors le mélange des industries est complet, mais on reconnaît assez aisément, dans la masse, les éléments provenant du cailloutis supérieur à leur patine blanche.

Enfin, il se peut aussi que, malgré l'existence des couches sableuses ou glaiseuses moséennes, soit le gravier inférieur, soit le gravier supérieur fasse défaut par absence locale de dépôt. Dans ce cas, puisqu'il n'y a pas de matière première utilisable à la confection des instruments, les industries font également défaut ou ne sont représentées que par quelques rares pièces isolées, perdues.

Bien qu'ayant une portée très générale, nous n'appliquons les observations consignées ci-dessus qu'à la région que nous venons d'étudier.

Les autres régions, que nous étudierons successivement, présentent, outre les cas cités ci-dessus, d'autres cas dont il sera question quand le moment sera venu.

Ce qu'il faut surtout retenir de ce travail, ce sont les principes généraux de la formation des champs de silex ayant servi, sur place, de matière première aux industries paléolithiques primitives, c'est-à-dire celles comprenant le Reutelien, le Reutelo-Mesvinien, le Mesvinien, le Mesvino-Acheuléen ou Chelléen et l'Acheuléen.

Toutes ces industries sont « prélimoniennes » (1) et constituent un groupe homogène ayant deux caractères principaux communs, qui sont :

1° Utilisation sur place de la matière première des cailloutis, entraînant le choix de la matière première, son usage soit immédiat (Reutelien et Reutelo-Mesvinien), soit après accomodation (Mesvinien), ou même une taille plus ou moins soignée (Chelléen et Acheuléen) et le rejet de l'outil émoussé sur le même sol; ce qui entraîne forcément l'idée d'occupation permanente et prolongée de l'aire couverte par le cailloutis.

2° Transitions par passage insensible d'une industrie à la suivante; ce qui éveille l'idée de persistance d'une même race se perfectionnant lentement.

Ces caractères contrastent considérablement avec ceux des industries postlimoniennes (éburnéenne et tarandienne) qui se sont développées en dehors de toute préoccupation de présence de matière première aux points d'occupation.

A ces époques moins anciennes, les champs ou tapis de silex ont perdu toute importance pour les populations, pour cause, très vraisemblablement, de non-existence.

En effet, l'énorme crue de limon hesbayen ayant couvert d'un vaste manteau limoneux tous les cailloutis moséens et campiniens précédemment déposés, et de nouveaux cailloutis utilisables ne s'étant plus étendus au-dessus du limon, il a fallu que le hasard fasse découvrir, dans quelques points privilégiés, au bord de cours d'eau encaissés, de rares gisements de rognons de silex en place, où la matière première a été exploitée, puis disséminée au loin pour l'usage.

Enfin, on remarquera que les industries prélimoniennes sont surtout des industries d'*utilisation d'éclats* dus au fendillement naturel des rognons (sauf, bien entendu, l'Acheuléen), tandis que les industries postlimoniennes sont toujours et essentiellement des industries de *débitage artificiel* exigeant l'emploi des rognons de silex encore imprégnés de leur eau de carrière pour l'obtention des éclats et des lames nécessaires à la confection des pointes, des couteaux, des grattoirs longs, des burins, des poinçons, constituant les outillages dits « magdaléniens » (2).

(1) C'est-à-dire qui ont précédé le dépôt du limon hesbayen.

(2) Un autre contraste très marqué entre les industries prélimoniennes et les industries postlimoniennes consiste en ce que les champs de silex ayant fourni la

Pour terminer, j'ajouterai que tous les champs de silex à éclats utilisés dont j'ai jusqu'ici constaté la présence, sur des étendues considérables, le long des vallées de la Lys, de la Haine, de la Sambre et de la Meuse, appartiennent tous, sans aucune exception, aux deux catégories dont nous avons ci-dessus étudié le mode de formation, et lorsque l'on compare les étendues couvertes par les cailloutis de l'une ou de l'autre origine, on reconnaît que les deux chiffres se balancent d'assez près, avec, peut-être, un certain excédent en faveur de la formation par transport.

matière première aux industries, sont littéralement jonchés de milliers d'instruments utilisés ou même taillés (Chelléen et Acheuléen); tandis que les ateliers de taille post-limoniens ne renferment généralement qu'une très minime quantité d'outils, ceux-ci, après fabrication, étant emportés au loin dans les pérégrinations des peuplades.

NOTE

SUR

L'UTILISATION DES EAUX DU DEVONIEN

QUARTZO-SCHISTEUX (1)

PAR

C.-T. MOULAN
Ingénieur-hydrologue.

Jusqu'en ces derniers temps, on considérait les schistes et les grès du *système devonien supérieur* ou *inférieur* comme complètement imperméables, ne pouvant donner une alimentation d'eau régulière d'une certaine importance.

On constatait cependant que, dans certaines conditions, les grès se laissaient traverser par des volumes d'eau assez considérables, tandis qu'en général, les schistes étaient rebelles à toute infiltration.

On reconnaissait également que les venues d'eau des grès présentaient un régime très irrégulier. Les eaux, abondantes au moment des pluies, ne tardaient pas à disparaître après une sécheresse quelque peu prolongée.

Les tranchées profondes du chemin de fer de Bruxelles à Arlon, qui recoupent à de grandes profondeurs et en général à travers banc les

(1) Présenté à la séance du 26 février 1901.

voûtes de psammites du Condroz, avaient rencontré parfois des sources très abondantes qui ne tardaient pas à disparaître.

La ville de *Ciney* avait fait un essai de drainage dans une de ces voûtes psammitiques. Les eaux étaient amenées par une galerie d'une assez grande section jusque dans la ville. Là, elles étaient emmagasinées dans des réservoirs qui étaient établis sur le versant sur lequel la ville est bâtie.

Ces eaux se déversaient successivement des réservoirs supérieurs dans les réservoirs inférieurs, qui constituaient des fontaines auxquelles le public venait s'alimenter.

Au bout de deux ou trois ans, les eaux de la montagne étaient taries, et toute l'installation devenait sans emploi.

A *Natoye*, on mit le même procédé en application; on ouvrit une galerie en partant d'une source qui débitait de 8 à 12 mètres cubes suivant les saisons. On augmenta le débit dans une assez forte proportion, mais on diminua considérablement la durée de l'écoulement, de sorte que la distribution d'eau alimentée par ce drainage se trouvait à sec tous les étés.

C'est ce qui est arrivé dans beaucoup de localités des Ardennes, où il existe des sources de terrains réputés imperméables, c'est-à-dire des sources superficielles.

M. Gustave Dumont, l'ingénieur des mines bien connu, consulté presque simultanément en 1860 et 1861 par les communes de *Seraing* et de *Binche*, proposa à ces communes d'ouvrir des galeries au travers des bancs de schiste et de grès du Devonien inférieur, et il obtint avec de faibles longueurs de galeries un succès qui fut réellement remarquable.

A Binche, notamment, il y eut des coups d'eau qui fournissaient plus de 1.000 mètres cubes en vingt-quatre heures. Ces volumes d'eau considérables provenaient des grès dans lesquels ils étaient emmagasinés.

Tout le sous-sol de la région au sud de Binche présente une série de plis reposant sur les schistes gedinniens.

On y rencontre d'abord des *grès blancs ou rosés,* des *schistes verts et rouges,* des *grès gris bleu* et ensuite des *schistes et des grès rouges de Burnot.*

Au delà des schistes et des grès de Burnot, la série recommence symétriquement par suite de la formation d'un nouveau pli.

Ce sont les *grès blancs ou rosés* qui fournissent le plus d'eau.

La galerie ouverte de 1862 à 1869 avait une longueur de 1,560 mètres

avec une pente de près de 20 mètres. A son extrémité d'amont, elle atteignait le sommet d'une voûte de grès rosés qui donnaient de l'eau en abondance.

Si, au lieu de cette pente exagérée, on avait maintenu une pente de 1 millimètre par mètre, la galerie aurait pénétré à près de 20 mètres de profondeur dans ces grès, et il est certain qu'elle eût fourni de l'eau en abondance pendant toutes les saisons.

En 1887, je fus consulté par la ville de *Binche* au sujet de son alimentation d'eau, qui était devenue tout à fait insuffisante.

A la saison des pluies, le débit de la galerie atteignait souvent près de 3.000 mètres cubes par jour, tandis qu'en été il descendait parfois au-dessous de 300 mètres cubes.

La situation était donc intolérable. Je proposai d'ouvrir 600 mètres de galerie avec une faible pente et d'aménager toutes les eaux récoltées par la galerie entière, en les retenant dans le sol par des *serrements* formant *barrages*. Dans ces serrements, des tuyaux devaient être encastrés, ces tuyaux étant pourvus d'appareils automatiques s'ouvrant lorsque le niveau baisse à l'aval de chaque serrement.

Cette disposition était indispensable par suite de la pente exagérée qui avait été donnée à la galerie.

Le projet fut mis à exécution. J'avais calculé que les eaux ainsi aménagées pourraient fournir une alimentation journalière de 1.000 à 1.200 mètres cubes. Malgré les conditions météorologiques défavorables que nous subissons depuis bientôt six années, l'approvisionnement journalier n'a jamais été inférieur à 1.200 mètres cubes; il a souvent dépassé 2.000 mètres cubes.

Je considère que si un bon aménagement des eaux est utile dans toutes les conditions hydrologiques, c'est surtout dans les terrains rocheux redressés qu'il est indispensable.

Dans ces terrains, la *circulation de l'eau est discontinue à travers banc.*

Elle n'est *continue que dans le sens des bancs,* et précisément c'est par les joints de stratifications qui donnent le plus d'eau, au moment où on les met en communication avec une galerie, que le tarissement s'opère le plus rapidement.

Le système de *galerie à travers bancs* avec *serrement de retenue* est rationnel; il est efficace, à la condition toutefois que la prise journalière ne dépassera pas le volume d'eau que le terrain soumis à l'influence des galeries peut contenir.

Il en est de même, du reste, des réservoirs superficiels; tandis que le débit des sources ne diminue que progressivement au fur et à mesure de l'abaissement du niveau de la nappe aquifère qui les alimente. Dans ce cas, les prises n'ont pas d'influence sur le régime des sources. Seulement l'alimentation devient variable, souvent insuffisante, mais elle n'est pas complètement supprimée, comme cela peut arriver dans les terrains rocheux redressés.

Un avantage du drainage des roches compactes consiste dans la SUPPRESSION DES RÉSERVOIRS, le sol constituant un immense réservoir où l'eau se conserve indéfiniment.

Ainsi à Binche, une prise de 4.000, 5.000 ou 6.000 mètres cubes pendant plusieurs jours consécutifs n'exerce qu'une influence à peine perceptible sur le niveau des eaux de la nappe qui est captée.

L'expression que j'emploie ici en parlant de la nappe captée est impropre, car, dans les terrains de la nature de ceux de Binche, les petites nappes locales ne communiquent pas entre elles, si ce n'est par le déversement du trop-plein au-dessus de la tête des bancs redressés, et sous ce rapport les grès se comportent à peu près comme les schistes.

Grâce à cette imperméabilité à travers banc, nous avons établi quatre serrements qui ont relevé le niveau des eaux successivement de la cote 120,25 à 122,85, à 130,06, à 146,23 et à 150,06, soit à une hauteur de près de 30 mètres.

La ville de Binche est en pleine voie de prospérité. Tous les habitants sont abonnés, et il se fait une consommation à domicile qui dépasse 100 litres par jour et par habitant. La population totale est de 12.000 habitants. On alimente des brasseries, une verrerie, des auberges, des hôtels, et l'on est arrivé à la limite des ressources.

Deux solutions sont en présence :

L'une consisterait à imposer le compteur à tous les habitants, moyennant une dépense annuelle qui s'élèverait à plus de 22.000 francs.

L'autre aurait pour but d'augmenter le volume d'eau jusqu'à concurrence d'un volume total journalier de 3.000 mètres cubes et moyennant une dépense de 250.000 francs, ce qui, à raison de 4 %, occasionnerait une charge annuelle de 10.000 francs.

Le succès obtenu par la ville de Binche attira l'attention de la municipalité de *Jeumont*, département du Nord.

La commune de Jeumont présente en ce moment un développement industriel réellement remarquable. Il y a quinze ans, la population

était à peine de 2.000 habitants. Aujourd'hui, elle doit atteindre 5.000 habitants.

Elle était complètement dépourvue d'eau potable. Bâtie dans la vallée de la Sambre, elle s'alimentait à cette rivière ou par des puits qui atteignaient la nappe des calcaires (givetiens et frasniens).

Le typhus y était à l'état endémique. Aussitôt qu'il apparaissait dans le centre industriel de Maubeuge, il ne manquait pas de s'implanter à Jeumont. Alors on avait recours aux eaux de quelques petits affluents de la Sambre qui traversent des terrains marécageux et qui ne donnaient non plus que des eaux de mauvaise qualité.

Je fus appelé à Jeumont en 1893, et je proposai d'ouvrir une galerie à travers banc dans les roches du Devonien supérieur.

Cette galerie avait son origine, au sud de la commune, sur la route de Solre-le-Château.

Elle était ouverte dans le grand pli synclinal que M. le professeur Gosselet a figuré dans son ouvrage sur l'Ardenne, page 563, coupe du Watissart.

Cette galerie se dirigeait du nord au midi, parallèlement à l'échancrure qui forme la vallée du ruisseau le Watissart.

Le sol de cette galerie se trouve à la cote 160,66, tandis que l'eau dans la Sambre, au pont de Jeumont, est à la cote 120,26.

Le pli synclinal repose sur deux voûtes de calcaire frasnien et givetien qui affleurent, d'une part, dans la vallée de la Sambre, au nord; d'autre part, dans la vallée du bois de Jeumont, au sud.

Les eaux dans les calcaires, au nord, se trouvent à quelques mètres de l'origine de la galerie à la cote approximative 130, tandis que dans les calcaires, au midi, elles étaient, le 26 octobre 1893 (au moment des basses eaux), à la cote 171,64, soit plus de 11 mètres au-dessus du sol de la galerie à son origine.

Mon projet comportait d'abord la création de 500 mètres de galerie qui devaient donner, d'après mes prévisions, de 300 à 350 mètres cubes d'eau par jour; et plus tard le prolongement de cette galerie, qui aurait atteint la bande sud des calcaires après un parcours total de 1.565 mètres, aurait porté ce débit à un volume de 1.200 à 1.500 mètres cubes.

Les travaux furent commencés en décembre 1895. Ils furent entravés par l'insuffisance des moyens d'épuisement et par le grand volume d'eau qui tombait du toit de la galerie.

L'administration supérieure avait des doutes sur le succès de l'entreprise. Elle ne nous autorisa à ouvrir qu'une longueur de 300 mètres de

galerie, se réservant de vérifier dans l'avenir l'importance de la venue d'eau et de nous autoriser à continuer les travaux en cas de succès. Je fis remarquer que l'enveloppe du pli synclinal, c'est-à-dire le substratum des couches que je considérais comme étant aquifères, était entièrement composée de schistes complètement imperméables, et qu'en conséquence, nous devrions cheminer sur une longueur d'environ 200 mètres avant de rencontrer l'eau.

La décision fut quand même maintenue.

En 1896, l'eau fut rencontrée à 213 mètres de l'entrée en galerie; mais un épuisement fonctionnait à l'avancement et nous donnait des volumes d'eau assez importants.

En quelques jours, nous obtenions un écoulement libre, c'est-à-dire par la galerie, de 604 mètres cubes, tout en procédant à un épuisement qui donnait 216 mètres cubes.

A la suite de jaugeages effectués par l'Administration des ponts et chaussées, la commune de Jeumont fut autorisée à poursuivre les travaux jusqu'à la longueur de 500 mètres.

En mars 1897, la galerie était ouverte sur 496 mètres de longueur, et son débit total était de 1.350 mètres cubes. Évidemment, dans ce volume, nous avions l'eau tenue en réserve dans le sol aux environs de la galerie.

Les eaux ne furent retenues qu'à l'époque de l'automne suivant, et ce débit extraordinaire n'avait diminué que d'environ 80 mètres cubes.

En ce moment, les eaux étant retenues dans la galerie, je n'ai pas de données sur ce que serait le volume qui pourrait être fourni à débit entièrement libre, c'est-à-dire sans aucune retenue.

Ici, j'ai eu l'occasion de remarquer que les venues d'eau ont surtout été considérables lorsque nous nous sommes trouvés en contre-bas de la vallée de Watissart, qui, ainsi que nous l'avons dit, forme un profond ravin parallèlement à notre galerie.

Les roches qui nous ont donné le plus d'eau sont les *psammites de Dimont* qui sont disposées en bancs très épais et qui paraissent ne pouvoir pas donner passage à l'eau.

Au-dessus de ces psammites, nous avons rencontré les grès tendres jaunes connus sous le nom de *rabats* et qui servent à polir le marbre. Ces grès ne sont pas atteints par notre galerie, et ils promettent une ample récolte d'eau.

La commune de Jeumont est donc dotée d'une eau potable d'excellente qualité avec une charge piézométrique considérable et dans des conditions presque inespérées, car, quel que soit le développement de

cette commune, si même elle pourvoit à l'alimentation de la station du chemin de fer, de la commune de Marpent ainsi que d'autres communes voisines, comme il en a déjà été question, elle peut augmenter ses ressources pour ainsi dire indéfiniment, puisque, par le prolongement de la galerie, elle exploitera les eaux des *rabats* et atteindra les eaux des *calcaires*.

Cet écoulement de 1.350 mètres cubes qui formait un ruisseau d'une certaine importance au sommet d'une montagne paraissait vraiment extraordinaire dans une contrée où les eaux sont pour ainsi dire introuvables.

La ville de *Thuin* s'est alimentée autrefois à des sources provenant du Devonien inférieur.

Comme toutes ces sources constituent le trop-plein des petites nappes locales, elles étaient d'un débit irrégulier et ne donnaient pas satisfaction à la population de la ville de Thuin.

En ce moment, je conseille à l'administration communale d'étudier un système d'alimentation rationnel au moyen de galeries.

Le drainage que la ville de *Charleroi* a pratiqué sous le plateau de Nalinnes repose en partie sur le principe de l'exploitation des eaux des roches devoniennes.

Une galerie très étendue ne donne de l'eau que sous 300 mètres de longueur. Cette portion de galerie est ouverte dans le Devonien inférieur.

Mais ici ces roches sont recouvertes d'une couche épaisse de sable bruxellien qui renferme une nappe aquifère importante, et cette nappe se déverse au-dessus des têtes des roches compactes et descend vers le nord.

Lorsqu'elle rencontre les bancs recoupés par la galerie, elle s'infiltre dans les joints de stratification plus ou moins ouverts et arrive ainsi à la galerie.

C'est cette circonstance qui explique la régularité relative de l'alimentation de cette galerie.

Je viens d'établir une prise d'eau dont le débit est de 125 mètres cubes par jour, à *Fontaine-Valmont*, dans un petit îlot du Devonien supérieur qui repose sur les calcaires frasniens.

Dans cette région, connue en agriculture sous le nom de pays de Liége, on constate un fait assez intéressant.

Les vallées sont occupées par les calcaires frasniens caverneux qui entraînent les eaux à de grandes profondeurs, tandis que, sur les crêtes de partage, on rencontre des îlots de schistes et de psammites fortement décomposés, et dans ces derniers terrains il est toujours possible de créer des sources artificielles au moyen de galeries à travers banc.

Un projet faisant l'application de ce système de drainage, que j'ai présenté à la commune de *Strée*, est adopté en principe. Il donnera de 250 à 300 mètres cubes d'eau par jour, ce qui équivaut à plus de 200 litres par habitant.

A *Nassogne*, j'ai été consulté en 1868 au sujet d'un projet de distribution d'eau dressé par un commissaire voyer. On avait dérivé plusieurs sources; on avait établi un réservoir en maçonnerie. En approfondissant le lit des sources et en suivant quelques venues d'eau, on en avait augmenté le débit; mais en peu de temps, le tarissement était survenu, et l'alimentation était presque complètement disparue.

Je conseillai d'ouvrir une tranchée profonde à travers banc, se dirigeant vers la crête de partage du bassin. Je fis fermer cette tranchée en divers points et je créai ainsi une retenue considérable qui était déversée en temps utile dans le réservoir par la simple manœuvre d'une vanne.

A *Bastogne*, j'ai fait également l'application de ce principe.

Je viens de proposer l'emploi de ce système à *Bertrix* où, à l'aide de tranchées profondes, je compte créer un approvisionnement journalier d'un millier de mètres cubes.

J'ai étudié un projet d'alimentation d'eau pour l'importante commune industrielle de *Fourmies*, basé sur l'application du drainage à travers banc dans les roches du Devonien inférieur.

J'ai étudié également un projet, qui pourrait fournir par écoulement naturel plus de 20.000 mètres cubes d'eau, pour servir à l'alimentation de toutes les communes du *Borinage*. Ces eaux viendraient au jour à une altitude qui dépasserait de 80 à 100 mètres le niveau des eaux de la craie du bassin de la Haine.

A La Louvière et dans le Centre, je fais usage non seulement des eaux des sables bruxelliens mais aussi des eaux qu'on peut récolter vers la crête de partage du bassin de la Haine et du bassin de la Sambre pour alimenter les communes élevées du Centre et même les communes de Courcelles, de Souvret et de Forchies-Lamarche qui se trouvent sur le versant du Piéton inférieur. Dans la région élevée, la galerie est ouverte dans le Devonien inférieur.

Ici, je procède *par substitution*. Pour ne pas rencontrer l'opposition des communes qui se trouvent autour du plateau de Carnières-Souvret, je leur donne des eaux qui ont une charge plus élevée que celle qu'elles pourraient récolter sur place. Ces eaux seraient distribuées par écoulement naturel, tandis que celles du Plateau de Carnières-Souvret devraient être relevées au moyen de machines à vapeur à une hauteur de 20 à 25 mètres.

En présence des résultats obtenus par le drainage du *Devonien inférieur*, on peut se demander si, pour l'aménagement des eaux des terrains imperméables, il faut recourir à la création de barrages toujours dispendieux, ou s'il ne serait pas possible de capter les eaux par des galeries convenablement dirigées.

C'est un problème du plus haut intérêt.

Longtemps, j'ai partagé l'opinion générale que les terrains de l'Ardenne sont à peu près complètement imperméables, et que dans cette région il serait impossible de supprimer les crues torrentielles et les sécheresses prolongées.

En observant bien ce qui se passe en Ardenne, j'ai reconnu qu'au point de vue de l'hydrologie, il convient de diviser les cours d'eau en deux catégories :

Ceux qui coulent dans le sens des strates et ceux qui coulent dans une direction transversale aux strates.

Dans les vallées des premiers de ces cours d'eau, les crues sont plus abondantes et moins longues.

Au contraire, dans les vallées transversales à la direction des strates, le régime des cours d'eau est plus régulier.

On peut même trouver en Ardenne des vallées qui, étant dans ces dernières conditions, fournissent presque autant d'eau en été que les terrains sableux.

L'application que je propose à la commune de Bertrix fera faire, je l'espère, un grand pas à cette idée. La question est d'autant plus importante que le système préconisé actuellement et qui consiste dans le drainage superficiel des Hautes Fanges pourrait avoir pour effet de précipiter les eaux de ruissellement et d'augmenter les crues dans les vallées.

Il est vrai qu'un système rationnel de culture forestière a pour but d'abaisser le niveau des eaux retenues à la superficie du sol et de préparer ainsi un emplacement pour les eaux de ruissellement.

Ce procédé aura évidemment pour résultat d'atténuer le reproche que je viens de formuler relativement à l'augmentation des crues.

Inconvénients spéciaux aux eaux drainées dans les roches quartzo-schisteuses du Devonien, et palliatifs et procédés permettant d'y obvier.

Le drainage des terrains quartzo-schisteux appartenant au Devonien inférieur et au Devonien supérieur présente cependant un inconvénient sur lequel il est bon d'attirer l'attention.

A Binche, à Charleroi et à Seraing, on a constaté que les roches traversées par les galeries renferment de nombreuses plaques et concrétions de *pyrites*. Ces pyrites, étant mises en contact avec l'air libre par le creusement d'un sillon aquifère très étendu de part et d'autre de la galerie, donnent naissance à de l'*oxyde de fer* qui, à son tour, se reconstitue en *pyrites* ou *sulfure de fer* en présence des matières organiques et des sulfates alcalins que l'on rencontre dans toutes les eaux naturelles (voir Gosselet : *Géologie et leçons sur les nappes aquifères*).

Il se produit ainsi des tubercules qui s'attachent aux tuyaux et obstruent parfois presque complètement les conduites de petites dimensions.

A cette situation, on a proposé un remède radical, qui consisterait à créer des *bassins de décantation*. Ces bassins coûteraient beaucoup d'argent et seraient peu efficaces, tant les éléments en suspension sont ténus et difficiles à précipiter.

Il n'y a qu'un remède à l'état de choses actuel : il faut *supprimer l'oxydation* du fer et de tous les composés sulfureux qui sont abondants dans les terrains *devoniens*, à tel point que la mise à nu de ces terrains en provoque le délitement souvent accompagné de gonflement et d'augmentation de température. C'est un effet qui se produit même dans les argiles presque instantanément, au point que l'on a souvent constaté que, dans les galeries, les cadres et tous les bois de soutènement s'écrasent sous l'action d'un aérage un peu actif, aussitôt que cet aérage est créé.

Si l'on veut améliorer une galerie quelconque creusée dans ces terrains, il est indispensable de retenir les eaux à un niveau suffisant pour *la noyer complètement*. C'est à ce niveau que se déposera la limonite de fer qui se formera d'autant moins du reste que l'air sera moins renouvelé.

Les galeries étant noyées, les résidus limoneux résultant des

dissolutions qui, sous certaines influences, peuvent se précipiter, se déposeraient dans un grand volume d'eau, animé d'une faible vitesse, et s'accumuleraient dans des espaces qui seraient ménagés en contre-bas du niveau général du radier de la galerie. Les résidus limoneux, dans l'état actuel, s'attachent aux parois ou au sol de la galerie, et ils finissent par tomber dans un courant rapide qui les emporte en troublant les eaux, pour les déposer ensuite dans les parties basses de la canalisation forcée ou vers les extrémités des conduites.

En vingt-cinq années, des conduites en fonte sont à peu près hors d'usage par suite de l'oxydation et de la retransformation en sulfure de fer.

A Binche, la conduite principale a dû être complètement remplacée après vingt-cinq années. A Nassogne, on a été forcé de déposer et de reposer les conduites qui étaient à peu près complètement obstruées.

Il y a donc là un inconvénient qu'il importe de supprimer, et il suffit pour y arriver de relever le niveau des eaux et d'empêcher la vidange complète de la galerie.

A part cet inconvénient, qu'il est donc facile d'éviter, le drainage des eaux du Devonien, tant inférieur que supérieur, se pratique dans les meilleures conditions possibles. Il est très rare que la récolte des eaux occasionne une dépense de 1 centime par mètre cube.

NOTICE PRÉLIMINAIRE

SUR LA

LIMITE ENTRE LE JURASSIQUE ET LE CRÉTACIQUE

EN PORTUGAL (1)

PAR

PAUL CHOFFAT

SOMMAIRE :

INTRODUCTION. — *Dicyclina et Spirocyclina.* — Publications sur le Malm du Portugal. — Contrées où l'on peut observer le contact entre les deux systèmes.

I. CONTRÉE DES LIGNES DE FORTS DE TORRES-VEDRAS. — A. *Étage lusitanien.* — Couches de Cabaço. — Couches du Montejunto. — Couches d'Abadia (Corallien d'Amaral). — B. *Néo-Jurassique.* — Couches à *Lima alternicosta.* — Ptérocérin; *sa faune.* — Freixialin.

II. CONTRÉE DE CINTRA. — Calcaires de S. Pedro. — Schistes de Ramalhão. — Marno-calcaires schisteux. — Calcaires coralliens. — Ptérocérin supérieur et Freixialin. — Infravalanginien.

III. AFFLEUREMENTS D'OLLELA ET DE BROUCO. — Calcaires compacts. — Ptérocérin. — Freixialin. — Infravalanginien. — Valanginien.

IV. CAP D'ESPICHEL (ARRABIDA). — Massif calcaire. — Complexe marino-lacustre. — Ptérocérin. — Freixialin; *sa faune.*

V. ALGARVE. — Calcaires hydrauliques. — Couches à *Perisphinctes effrenatus.* — Calcaire à Polypiers siliceux. — Dolomies. — Ptérocérin et Freixialin. — Crétacique.

VI. GRÈS A VÉGÉTAUX. — Environs de Torres-Vedras. — Flore et faune du Crétacique inférieur. — Gisement phytalien dans le Freixialin. — Analogie des deux étages plus au nord. — Faune lymnique et végétaux. — Gisement de Cerçal à *Dicotylées.*

VII. RÉSUMÉ ET GÉNÉRALITÉS. — Généralités sur les facies. — Examen des assises. — Comparaison avec l'Europe centrale.

Essai d'un tableau comparatif d'une partie du Malm portugais.

(1) Présenté à la séance du 19 mars 1901.

INTRODUCTION.

L'été dernier, je reçus de mon savant collègue, M. E. Van den Broeck, une invitation à écrire, sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal, quelques pages destinées au *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie.*

Quelques semaines plus tard, ayant l'avantage de rencontrer M. K. von Zittel au Congrès international de Paris, il m'exposa ses doutes au sujet de l'âge des couches à *Dicyclina* et *Spirocyclina* de la Crimée et m'exprima le désir d'avoir des explications sur leur position en Portugal.

Les genres *Dicyclina* et *Spirocyclina* ont été établis en 1887 par M. Munier-Chalmas (1) pour des Foraminifères des couches à Rudistes des Martigues. Dans la même note, il attribue à ces genres les formes que je lui avais communiquées du Portugal. Or, ces formes, que j'ai désignées des noms de *Orbiculina Lusitanica* et de *O. infravalanginiensis* (2), et plus tard sous ceux de *Dicyclina* et *Spirocyclina* (3), se trouvent, en Portugal, au sommet du Jurassique (couches de Freixial) et dans l'Infravalanginien; la première étant presque exclusivement jurassique et la deuxième se trouvant principalement dans l'Infravalanginien.

Depuis lors, ces deux espèces ont été citées par M. Marcel Bertrand dans des couches à *Nérinées* et à *Actéonelles* de la Crimée, et par M. Welsch dans le Jurassique supérieur de l'Algérie.

L'intérêt que présente ce sujet s'étend donc bien au delà d'une question régionale.

Le Jurassique a fait l'objet de mes premières études en Portugal. La description du Malm, au nord du Tage, était à peu près terminée en 1884, et je pus la faire voir à Neumayr au Congrès de Berlin; mais sa publication fut retardée par le désir de faire des observations complémentaires sur les autres régions, et surtout par le fait que la majeure

(1) *Comptes rendus sommaires des séances de la Société géologique de France*, 1887, pp. XXX et XXXI.

(2) *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal*, Lisbonne, 1885, p. 4.

(3) *Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado.* (COMMUNICAÇÕES DA COMMISSAO DOS TRABALHOS GEOLOGICOS, t. I, 1887, p. 275-276.)

partie des espèces sont nouvelles et que la valeur de ma description gagnerait considérablement à ce que sa publication fût précédée des descriptions paléontologiques.

Puis, je me laissai entraîner à quantité d'études accessoires : la province d'Angola, le Crétacique, des questions de géologie appliquée, la Carte géologique, etc., si bien que la paléontologie du Jurassique a relativement peu avancé. J'ai fait connaître les *Ammonites* du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras et les genres *Pholadomya, Arcomya, Goniomeris* (Choffat, 1893), *Cardinia, Unio, Trigonia, Nucula, Leda, Arca, Pinna* et *Trichites.*

M. de Loriol a publié les *Échinodermes* qui, malheureusement, ont en général une grande extension verticale. Les *Vertébrés,* étudiés par M. Sauvage, et les *Végétaux,* par Heer et de Saporta, ne fournissent pas non plus un grand appoint pour la stratigraphie détaillée. Je devrai donc, comme en 1884, me borner trop souvent à ne citer que des genres, quoique, depuis cette époque, il ait sans doute été décrit un certain nombre de formes qui ne l'étaient pas alors, surtout en ce qui concerne les Nérinées, genre jouant un rôle des plus importants dans le Malm portugais.

Je me décide à publier cette notice sans attendre l'étude de cette nouvelle littérature, car les espèces dénommées avec certitude sont assez nombreuses pour donner une idée générale et répondre affirmativement à la question qui m'a été posée sur la présence des *Dicyclina* dans le Jurassique.

Je crois utile de rappeler qu'un certain nombre de fossiles portugais ont été publiés par Daniel Sharpe, en 1849 et 1850, dans le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres.

Je mentionnerai aussi ma description du Malm au Sud du Sado, parue en 1887 (*loc. cit.*); quant au Malm du Nord du Tage, je ne l'ai fait connaître qu'incidemment par des détails stratigraphiques disséminés dans les mémoires paléontologiques (1) et par des généralités publiées dans le *Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal* (2) et les *Traits généraux de la géologie des contrées mésozoïques du Portugal* (3).

(1) *Description de la faune jurassique du Portugal. — Mollusques lamellibranches,* par Paul CHOFFAT, 2e ordre, *Asiphonidæ,* 1885, pp. 5 et 16: idem, *Siphonidæ,* 1893; idem, *Céphalopodes,* 1893. SAPORTA et CHOFFAT. *Nouvelles contributions à la flore fossile du Portugal.* 2e partie : *Stratigraphie.* — De nombreuses désignations d'assises ont été communiquées à M. de Loriol, *Description des Échinodermes,* 1891-1892.

(2) *Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zurich,* Bd XLI, 1896.

(3) *Revista de Obras publicas e minas,* t. XXVII, Lisbonne, 1896.

Le *Malm* portugais se divise naturellement en deux sous-étages : le *Lusitanien*, qui correspond aux zones des *Ammonites transversarius, bimammatus* et *tenuilobatus*, et le *Néo-Jurassique*, comprenant les couches à *Lima pseudo-alternicosta*, le *Ptérocérin* et le *Freixialin*. Le premier niveau ne correspond pas nettement à un horizon de l'Europe centrale; ce sont les deux niveaux supérieurs qui nous occuperont plus spécialement.

Dans mes dernières publications, j'ai employé le terme de *Portlandien* en synonymie de *Freixialin*. Je crois, en effet, que ce dernier terme devra être supprimé par la suite, mais je préfère le conserver provisoirement, jusqu'à la description complète du Malm.

Quant au Crétacique inférieur, j'en ai donné la description non seulement pour l'Algarve, mais aussi pour les contrées de Cintra et de Bellas (1), qui sont les plus importantes au point de vue de la liaison avec le Jurassique.

J'ai fait voir que le *Valanginien* à *Natica Leviathan* Pictet est recouvert par le Hauterivien à *Olcostephanus Astieriarum, Hoplites cryptoceras* et *H. radiatus*, comme dans la chaîne du Jura, mais qu'il repose par contre sur des couches marines que j'ai désignées comme *infravalanginiennes*. Ce sont ces dernières qui devront appeler notre attention.

La carte géologique du Portugal (2) étant aujourd'hui en librairie, je me servirai autant que possible des noms géographiques qui y figurent; mais je ne pourrai cependant pas éviter l'emploi de noms ne se trouvant que sur la carte chorographique à l'échelle de $^1/_{100\,000}$.

Le contact du Jurassique et du Crétacique peut se voir dans les régions suivantes :

1° En Algarve, où les affleurements sont mal découverts.

2° Dans la chaîne de l'Arrabida; mais ce n'est qu'à son extrémité occidentale, au cap d'Espichel, que le Jurassique supérieur se montre fossilifère jusqu'à son sommet. Le Crétacique inférieur est par contre formé par des grès sans fossiles.

3° Sur le pourtour de la Serra de Cintra et dans les affleurements de Brouco et d'Ollela (entre Bellas au sud et Almargem au nord) qui lui font suite. Dans ces trois affleurements, la partie supérieure du Juras-

(1) *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal.* Première étude : *Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne*, 1885.

(2) *Carta geologica de Portugal*, par J.-F.-N. Delgado et Paul Choffat, 1899. Escala $^1/_{500\,000}$. En commission chez Béranger (Baudry et Cie), à Paris, et Friedländer und Sohn, à Berlin.

sique et la base du Crétacique sont formés par des calcaires à faune marine.

4° Sur une ligne commençant près du Tage à Alverca et qui se prolonge diagonalement jusqu'à l'Océan Atlantique près de Ribamar. Cette ligne forme la limite méridionale de la contrée des lignes de forts de Torres-Vedras. Sur cette ligne, le Jurassique est bien développé et très fossilifère, mais le Crétacique commence par des grès sans fossiles.

5° Immédiatement au Sud de Torres-Vedras et dans les contrées situées plus au Nord, la partie supérieure du Jurassique et la base du Crétacique sont formées par des grès ne contenant que des Végétaux et quelques Mollusques d'estuaire.

6° De Rio-Maior vers le Nord, la partie supérieure du Jurassique est formée par des grès sans fossiles marins, et le Crétacique inférieur manque complètement.

Il résulte de ce qui précède que les affleurements Cintra-Ollela peuvent seuls nous montrer le passage entre la faune du Jurassique et celle du Crétacique; mais ces strates sont malheureusement formées par des calcaires durs, dont il est très difficile de dégager les fossiles.

Nous commencerons par un coup d'œil sur le Malm de la contrée des lignes de Torres, car c'est celui qui offre le plus de rapports avec le Malm de l'Europe centrale et qui fournit les meilleurs points de repère pour le parallélisme avec les autres contrées portugaises.

I. — CONTRÉE DES LIGNES DE FORTS DE TORRES-VEDRAS.

Cette contrée est limitée au Nord par le Montejunto, où le Malm repose sur le Callovien, et au Sud par les collines qui s'étendent d'Alhandra à l'embouchure du Safarujo, et qui correspondent à la limite entre le Jurassique et le Crétacique.

J'ai publié un profil général du Montejunto en 1884 (1), et, en 1893, j'en ai décrit le Malm inférieur ainsi que ses Ammonites (2).

(1) *De l'impossibilité de comprendre le Callovien dans le Jurassique supérieur.* (COMMUNICAÇÕES, ETC., t. I, p. 80.)

(2) *Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto. Phases peu connues du développement des Mollusques.* (C. R. A. S., 17 avril 1893.)

Faune jurassique du Portugal. Ammonites du Lusitanien de la contrée des lignes de Torres-Vedras. La description des strates est à la page 2 et les listes de fossiles aux pages 74 à 79. Dans cette deuxième publication, j'ai réuni aux couches du Montejunto le niveau à *Perisphinctes Tiziani,* qui dans la première était réuni aux couches de Cabaço.

A. Étage lusitanien.

Le lit supérieur du Callovien est formé par des lits minces, contenant *Cosmoceras Dunkani, C. cfr. calloviensis* et *C. cfr. ornatum*. Audessus, j'ai distingué :

Couches de Cabaço.

1. A la base, calcaires feuilletés, bitumineux, sans fossiles, de 20 à 30 mètres d'épaisseur, surmontés de dalles à faune de *Lamellibranches* à facies kimeridgien. Puissance : 200 mètres.

2. Calcaires ayant à leur base un lit à Céphalopodes qui se trouvent aussi, quoique fort rares, dans le reste du complexe, lequel contient de nombreux *Lamellibranches* à caractère kimeridgien, mélangés à quelques espèces oxfordiennes : *Pholadomya exaltata* Ag.; *Phol. lineata* Ag.; *Pleuromya varians* Ag. Les Brachiopodes et les Ammonites sont oxfordiens : *Terebratula Galliennei* d'Orb.; *Zeilleria Delemontana* Oppel; *Ochetoceras canaliculatum* (Münst.); *Perisphinctes plicatilis* (Sow.); *Per. subrota* Chof.; *Per. Lucingensis* Favre; *Aspidoceras faustum* Bayle, etc. Je conclus, page 75, que cette couche correspond à la zone à *Ammonites transversarius*. Puissance : 300 mètres.

Couches du Montejunto.

Cette assise présente trois facies différents : 1° le facies ammonitique; 2° le facies corallien; 3° une alternance de couches ammonitiques et de couches coralliennes, le premier type ayant une puissance de 200 mètres et le troisième de 350 mètres.

En se basant sur les Céphalopodes, on peut distinguer quatre complexes :

1° Lits à *Perisphinctes Tiziani* (Oppel.), var. *occidentalis* Chof., contenant de nombreux Lamellibranches des couches de Cabaço, mais les espèces franchement oxfordiennes manquent.

2° Calcaires subcoralliens, contenant vers le milieu un lit à *Ochetoceras canaliculatum* (Münst), *Oppelia subclausa* (Opp.) et *Perisphinctes polygyratus* (Rein.).

3° Apparition de *Phylloceras Silenum* Font. et d'autres *Phylloceras*, *Neumayria pseudo-flexuosa* Favre, *Perisphinctes* assez nombreux, *Aspidoceras lusitanicum* Chof.

4° Calcaires marneux, à faune abondante, surtout en *Céphalopodes* et en *Échinodermes*. Ces derniers passent à des niveaux supérieurs; *Cidaris glandifera* Gdf.; *Hemicidaris crenularis* Ag. et *Pseudocidaris Rupellensis* Cott. font exception.

La faune ammonitique de ces différents niveaux les relie les uns avec les autres, et elle les relie aussi aux couches de Cabaço. Des considérations, longuement développées dans la monographie des Ammonites (p. 75), me font considérer cette assise comme représentant la zone à *Peltoceras bimammatum*, espèce qui n'y est représentée que par un seul échantillon.

Assise d'Abadia.

Massif argileux, de 800 mètres de puissance, contenant des lentilles formées par des matériaux de charriage et des lentilles coralliennes, rares dans la partie inférieure, assez fréquentes dans la partie moyenne, tandis qu'à la partie supérieure, le corallien forme un banc continu, de 10 à 20 mètres de puissance, que j'ai distingué sous le nom de *Corallien d'Amaral*, comme niveau supérieur de l'assise. Presque toutes les espèces de ce dernier niveau se trouvent déjà dans les lentilles coralliennes des marnes sous-jacentes.

Les Gastropodes et les Lamellibranches sont des espèces séquaniennes ou kimeridgiennes, parmi lesquelles nous mentionnerons tout spécialement *Ostrea virgula* (Gdf.).

La faune ammonitique se compose de vingt-huit espèces, dont un tiers se trouve déjà dans les couches du Montejunto. Parmi les formes connues de l'étranger, ou y ayant des représentants, les unes ne dépassent pas la zone à *Ammonites tenuilobatus*, les plus importantes étant *Aspidoceras sesquinodosum* Font. et *Asp. cfr. acanthicum* (Opp.). D'autres, tout aussi nombreuses, se trouvent dans cette zone et passent dans celle de l'*Ammonites Beckeri;* nous citerons *Neumayria trachynota* (Opp.); *Perisphinctes unicomptus* Font.; *Simoceras macerrinum* (Quenst.).

Le caractère de cette faune est bien tenuilobatien, malgré le mélange de formes plus anciennes, et il ne me paraît pas possible de se baser sur les caractères paléontologiques pour lui attribuer l'âge des couches à *Ammonites Beckeri*.

La faune des lentilles coralliennes contenues dans les marnes est, à peu de chose près, la même que celle du Corallien d'Amaral : *Belemnites hastatus* et *Argovianus;* quelques *Nérinées;* des *Turbos;* des *Lamellibranches* nouveaux; *Terebratula insignis; Terebratella pectun-*

culata; Terebratulina substriata; Rhabdocidaris Delgadoi et *Orbignyana; Diplocidaris giganteus; Acrocidaris nobilis; Pseudocidaris Lusitanicus; Cidaris Choffati* et *marginata; Antedon Choffati; Thiollierocrinus Ribeiroi; Millericrinus mespiliformis*, etc.

B. — **Néo-Jurassique.**

Couches a *Lima pseudo-alternicosta* Chof.

Ce niveau contient une faune de passage entre l'assise d'Abadia et le Ptérocérin. Elle présente deux niveaux assez bien distincts :

1° Le *niveau inférieur* offre deux facies différents, qui sont parfois superposés dans la même localité.

a) *Oolithe miliaire*, tantôt en bancs compacts, tantôt désagrégée, se chargeant parfois de mica au point de devenir un grès micacé.

Il est souvent assez difficile de la distinguer du Corallien d'Amaral, qui présente aussi des bancs d'oolithe miliaire; elle joue partiellement le même rôle orographique, en formant une partie des escarpements, puis s'étale en pentes douces ou en plateaux.

La faune est un mélange d'espèces provenant des couches d'Abadia avec d'autres passant au Ptérocérin; les plus caractéristiques par leur fréquence étant *Lima pseudo-alternicosta* et *Perna polita* Sharpe.

b) *Facies marneux* à Polypiers non soudés (principalement des Montlivaultia). C'est le niveau principal d'un grand *Cyprina*, voisin de *Cyprina crassa* Dollfus, qui existe aussi dans les couches d'Abadia, mais qui ne passe pas au Ptérocérin.

2° *Niveau supérieur ou à Opisthobranches.*

Strates généralement composées d'oolithes miliaires désagrégées, parfois marneuses, renfermant en grande quantité *Nerinea turbinata* Sharpe et des *Opisthobranches*, principalement un *Orthostoma*, voisin de *O. Moreana* Buv.; *Cyprina securiformis* (Sharpe) y est aussi très fréquent. La majeure partie de la faune passe au Ptérocérin.

Les formes principales des couches à *Lima pseudo-alternicosta* sont : *Belemnites Argovianus; B. hastatus* Blainv.; *Perisphinctes* (fragments laissant constater les groupes de *P. virgulatus* et de *P. unicomptus*); *Natica semitalis, Georgeana* et formes voisines; *Nerita bicornis* Sharpe et autres formes; *Cerithium septemplicatum* Roem.; *Orthostoma aff. Moreana* Buv.; *Acteonina* (plusieurs espèces); *Cyprina aff. crassa* Dollf.; *Trigonia Ribeiroi* Chof.; *Perna polita* Sharpe; *Lima pseudo-alternicosta*; *Pseudocidaris Lusitanicus* P. de L., etc.

La flore est connue par un gisement de la partie inférieure de l'assise (1). Comme nous le verrons plus loin, elle a des rapports intimes avec celle des strates les plus supérieures du Malm.

PTÉROCÉRIN.

A l'Ouest de Torres-Vedras, le Ptérocérin est uniquement composé de grès et de marnes, contenant une belle faune, dont Sharpe a fait connaître plusieurs espèces; mais à l'Est, entre Torres et Alhandra, ces roches marno-arénacées alternent avec des calcaires contenant une partie de cette faune, mélangée à des espèces spéciales.

Ce calcaire est blanc jaunâtre, à surface très irrégulière, souvent même composé de masses rognonneuses. Il contient en grande quantité *Pholadomya multicostata* Ag.; *Cardium dissimile* Sow.; *Lucina rugosa* (Roem.); *Mytilus Morrisi* Sharpe et des *Algues* formant de gros bourrelets, tandis que *Pterocera oceani* de la B., *Natica Marcousana* d'Orb. et *Astarte discus* Sharpe sont moins fréquents.

Ce calcaire, que je désignerai du nom de *Calcaire à Mytilus Morrisi*, a été considéré comme Portlandien typique par quelques géologues qui ne le connaissaient pas *de visu*, et qui ignoraient encore davantage ses conditions stratigraphiques.

Il ne forme qu'un accident dans le massif ptérocérin et s'y trouve à des niveaux différents depuis la base jusqu'au sommet.

La faune du Ptérocérin est composée d'espèces provenant des assises sous-jacentes, soit des couches à *Lima pseudo-alternicosta*, soit même du Lusitanien, et d'espèces y faisant leur apparition ou bien y ayant leur gisement principal. Cette faune permet de distinguer deux niveaux, quel que soit le facies auquel on ait affaire.

Dans l'énumération suivante, qui ne comprend que des espèces connues, les lettres I et S indiquent les espèces spéciales à l'un des deux niveaux, et les chiffres 1 à 5 indiquent le degré de fréquence (2).

Espèces provenant des assises inférieures :

Belemnites hastatus Blainv. — I^3, S^1.
— *Argovianus* Mayer. — I^3, S?.
Acteonina aff. olivaeformis K. et D. — I.
Cerithium septemplicatum Roem. — I^3. S^4.
Nerinea turbinata Sharpe. — I^5.
Natica Marcousana d'Orb. — I, S.
Nerita bicornis Sharpe. — I.
— *bisinuata* Buv. — I.
— *aff. transversa* Seeb. — I^3, S^1.
Cyprina securiformis (Sharpe). — I^5, S^5.

(1) Voyez SAPORTA et CHOFFAT, pp. 12 et 244.
(2) 1 très rare; 2 rare; 3 ni rare ni fréquent; 4 fréquent; 5 très fréquent.

Cardium dissimile Sow. — I, S.
Lucina rugosa P. de L. — I, S.
Mytilus acinaces Leym. — I, S.
Gervilleia Sobralensis Sharpe. — I.
Perna rugosa Münst. — I, S.
Lima pseudo-alternicosta Buv. — I.
Ostrea multiformis K. et D. — I, S.
Rhabdocidaris Orbignyana Ag. — S^1.
Pseudocidaris Lusitanicum P. de L. — I^2.
Hemicidaris Agassizi Roem. — S^2.

Espèces se montrant dans le Ptérocérin ou, exceptionnellement, dans les assises plus anciennes :

Pterocera Oceani de la B. — I^4.
Nerinea aff. Salinensis d'Orb. — S.
Cryptoplocus cfr. *pyramidalis* Gdf. — S^4.
Natica gigas Stromb. — I.
— *hemisphaerica* Roem. — I, S.
Corbula Edwardi Sharpe. — I^5, S^2.
Thracia incerta Roem. — I^3.
— *impressa* Chof. sp. nov. — I^1.
Pholadomya multicostata Ag. — I^5.
Unicardium crassum Choffat sp. nov. — I^4, S.
Astarte discus Sharpe. — I^5, S^4.
Trigonia Lusitanica Sharpe. — I^1. S^5.
Trichites Thurmanni Chof. — I^4.
Mytilus Morrisi Sharpe. — I^3, S^4.
— *subaequiplicatus* Roem. — I, S.
Avicula Credneriana P. de L. — I^1, S^5.
— *Gessneri* Thurm. — I^2, S^5.
Gervilleia tetragona Roem. — S^5.
Ostrea catalaunica P. de L. — I, S.
Terebratula Lusitanica Suess. — I, S.
Rhabdocidaris Arsenensis P. de L. — S.
Pseudocidaris spinosa P. de L. — I^5, S^1.
Diplopodia planissima Ag. — I, S.
Holectypus corallinus d'Orb. — I, S.
Echinobrissus Lusitanicus P. de L. — S^1.
Echinobrissus Arsenensis P. de L. — S^1.

Un coup d'œil sur ces listes montre que le Ptérocérin inférieur est caractérisé par le grand nombre d'espèces des couches plus anciennes, ne montant que partiellement dans le Ptérocérin supérieur, et par les espèces suivantes, y ayant leur niveau principal ou exclusif :

Nautilus, sp. nov.; *Pterocera oceani; Corbula Edwardi; Pholadomya multicostata; Unicardiam crassum; Trichites Thurmanni; Pseudocidaris spinosa.* Je ne mentionne pas *Natica gigas,* parce que dans l'Arrabida elle passe au Ptérocérin supérieur et même au Freixialin.

La faune du Ptérocérin supérieur est moins variée que celle du Ptérocérin inférieur, quoique étant aussi riche en individus. Elle est caractérisée par l'abondance de *Trigonia Lusitanica, Avicula Credneriana, Avicula Gessneri, Gervilleia tetragona,* etc.

Freixialin.

Dans cette contrée, le caractère lithologique de l'assise varie beaucoup d'un point à un autre : tantôt il y a prédominance de grès généralement sans fossiles; tantôt de marnes ou de marno-calcaires. Les bancs franchement calcaires y sont une exception, contrairement à ce que nous verrons au cap d'Espichel; aussi le caractère de la faune

y est-il fort différent; elle est presque uniquement composée de Lamellibranches, tandis qu'au cap, les Gastropodes y jouent un rôle tout aussi important.

Cette faune est caractérisée par l'apparition de quelques espèces de *Cyrènes* (1), non décrites, de taille moyenne, généralement abondantes, par *Corbula Lusitanica* Chof., sp. nov., *Trigonia Freixialensis* et *Kobyi* Chof., 1885, *Gervilleia Lorioli* Chof. sp. nov. et *Dicyclina Lusitanica* Chof.

Avec ces formes spéciales se montrent diverses espèces du Ptérocérin : *Pterocera oceani; Natica Marcousana* et *hemisphaerica; Cyprina securiformis; Lucina rugosa; Astarte discus; Mytilus Morrisi; Avicula Credneriana; Perna rugosa; Perna Espichelensis*, qui y a son niveau principal; *Ostrea catalaunica*, etc. Ces formes anciennes sont naturellement plus abondantes à la base qu'au sommet.

Les *Cyrènes* et *Trigonia Kobyi* se trouvent dès la base de l'assise; *Trigonia Freixialensis* apparaît un peu plus haut; puis viennent les *Dicyclina Lusitanica;* mais les fossiles ptérocérins se trouvent encore avec cette dernière espèce.

L'assise est recouverte par des grès ne contenant de fossiles marins qu'à 50 ou 100 mètres de leur base; c'est une faune crétacique, paraissant être barrémienne (2). Plus bas se trouve un lit de marne avec végétaux, mais la récolte est encore trop peu abondante pour permettre des déductions.

II. — CONTRÉE DE CINTRA.

Le granite qui forme la Serra de Cintra est entouré d'une ceinture de Malm profondément métamorphosé au contact de la roche éruptive, et surtout dans les enclaves de Jurassique, que l'on rencontre jusqu'au sommet de la montagne. Ce granite pénètre par filons à l'intérieur du Jurassique.

J'ai écrit quelques mots à ce sujet en 1884 (3), et vers la même époque j'ai fait imprimer des profils qui ont figuré à l'Exposition du

(1) M. de Loriol me fait remarquer que ces fossiles appartiennent probablement à un genre nouveau.

(2) Voyez CHOFFAT, *Système crétacique,* 1900, p. 132.

(3) *Age du granite de Cintra.* (JORNAL DE SCIENCIAS MATHEMATICAS, ETC. Lisbonne, 1884, et COMMUNICAÇÕES, ETC., 1er volume, p. 155.)

Congrès de Berlin et ont été distribués à plusieurs savants. Un de ces profils a été de nouveau publié, en 1900 (1), à échelle réduite.

Le Jurassique n'y est représenté que par le Malm, qui est entièrement formé par des calcaires et par des schistes à faune marine, de couleur noire ou du moins très foncée, sauf les calcaires modifiés par le métamorphisme.

a) Calcaires de S. Pedro.

Sur le massif granitique reposent des calcaires que le métamorphisme a transformés en marbre blanc ou bleuâtre, à grands cristaux. Ils passent peu à peu à un calcaire saccharoïde à grain fin, dans lequel on peut distinguer des traces de fossiles, surtout des radioles d'Oursins et des Polypiers.

Les 25 mètres supérieurs sont formés par une alternance de calcaires noirs et de schistes; les premiers ont fourni un échantillon de *Rhacophyllites Silenum* Font. et quelques débris de *Perisphinctes* indéterminables.

b) Schistes de Ramalhão.

Schistes noirs, jaunes par altération, contenant assez fréquemment *Daonella Cintrana* Chof. sp. nov. et moins fréquemment des *Aptychus, Oppelia, Haploceras, Perisphinctes, Cerithium* et autres fossiles des marnes d'Abadia. Je citerai en outre un exemplaire de *Pseudosalenia aspera* Et. La puissance est considérable; j'ai trouvé 400 mètres sur un point, et plus de 1,000 mètres sur un autre.

Il ne peut y avoir aucun doute sur le parallélisme des marnes d'Abadia avec ces schistes, que Sharpe a mentionnés comme liasiques, en confondant *Daonella Cintrana* avec *Posidonia Bronni* Goldf.

c) Marno-calcaires schisteux.

Alternance de marno-calcaires et de schistes, présentant de temps à autre des calcaires en bancs minces et de gros bancs de calcaire compact formant récifs. Quelques bancs, grossièrement oolithiques,

(1) *Aperçu de la géologie du Portugal.* (In : Le Portugal au point de vue agricole. Lisbonne, 1900.)

contiennent des Polypiers et de nombreux Gastropodes de l'assise d'Abadia; la majeure partie est schisteuse et contient des *Perisphinctes* écrasés. Le seul exemplaire déterminable paraît se rapporter à *Per. Ribeiroi* Chof. de l'assise d'Abadia.

Il est possible que ces couches correspondent déjà en partie à l'assise à *Lima pseudo-alternicosta*. Leur puissance est de 300 à 400 mètres.

d) Calcaires coralliens.

Les calcaires schisteux sont surmontés par un massif de calcaire compact, en bancs plus ou moins épais, de couleur moins foncée que le reste. La faune est très pauvre et se limite à quelques Polypiers, des coupes d'*Heteropora* et quelques traces de Nérinées et de radioles d'Oursins.

Par comparaison avec le cap d'Espichel, ils doivent appartenir au Ptérocérin, mais il est fort possible qu'ils représentent aussi l'assise à *Lima pseudo-alternicosta*. Leur puissance est de 100 à 150 mètres.

e) Ptérocérin supérieur et Freixialin.

La base du complexe est facile à reconnaître, étant formée par des calcaires rognonneux, irréguliers, presque entièrement composés de grosses digitations, tantôt droites et entre-croisées, tantôt enroulées en spirales. Les fossiles sont bien caractéristiques du Ptérocérin : *Pterocera Oceani; Lucina rugosa; Unicardium crassum; Astarte discus; Pinna Occidentalis; Mytilus Morrisi*, etc. Le reste de l'assise est par contre formé par des calcaires noirs, en bancs peu épais; les fossiles sont tellement empâtés qu'il est bien difficile de pouvoir les reconnaître.

En faisant briser la roche banc par banc, j'ai pu constater la même succession qu'au cap d'Espichel. D'abord des bancs pouvant être rapportés au Ptérocérin, et contenant quelques *Aptyxis*, qui augmentent en nombre avec l'apparition des *Cyrènes;* puis viennent les *Dicyclina Lusitanica*. J'y ai aussi constaté *Trigonia Freixialensis*, *Corbicella Barrensis* Buv., etc.

La puissance totale du complexe dépasse 300 mètres. Sur la route de Malveira, j'ai trouvé les *Dicyclina* à 100 mètres du toit.

f) Infravalanginien.

Calcaires inférieurs. — Calcaire noirâtre, analogue à celui des couches de Freixial. Les fossiles y sont fort rares et paraissent être les mêmes que dans les couches sous-jacentes. En brisant la roche, on découvre quelques exemplaires de *Trigonia caudata*, qui montrent que l'on est dans le Crétacique.

A ce niveau apparaissent un ou deux bancs de calcaire jaune nankin, intercalés dans les calcaires noirs. Il est possible qu'ils appartiennent en partie au Jurassique, mais ils sont en tous cas un précieux indice du voisinage de la limite entre les deux systèmes.

Couches à Foraminifères. — Un peu plus haut, on remarque des lits marneux, gris jaunâtre, composés presque uniquement de *Spirocyclina infravalanginiensis* Chof. et d'*Aptyxis infravalanginiensis*. Ces fossiles donnent aux lits qui les contiennent un aspect grumeleux, qui permet de les reconnaître très facilement.

Couches à Cyprina infravalanginiensis Choffat. — Enfin l'étage se termine par des calcaires un peu marneux, avec de nombreux *Cyprina*, *Nérinées*, etc.

On trouvera des détails stratigraphiques dans mon Mémoire de 1885 (pp. 2, 27 et 29), et la description d'une partie de la faune dans le Mémoire paléontologique paru l'année suivante.

III. — AFFLEUREMENTS D'OLLELA ET DE BROUCO.

Entre le pied oriental de la Serra de Cintra et Caneças se trouve un *horst* formé par du Crétacique inférieur et par deux affleurements de Jurassique. Le signal géodésique d'Ollela est situé dans celui du Nord et la propriété de Brouco dans celui du Sud.

Je les ai mentionnés en 1885 dans mon mémoire sur le Crétacique, mais j'ai ultérieurement relevé, dans l'affleurement d'Ollela, une coupe beaucoup plus complète. Les fossiles de quarante-six strates ont été recueillis banc par banc, en brisant la roche, puis les strates réunies suivant leurs affinités. Je ne puis, naturellement, en donner ici qu'un résumé très succinct.

La coupe commence au signal d'Ollela et se dirige vers le Sud-Est.

a) Calcaires compacts.

La colline sur laquelle repose le signal d'Ollela est formée par des calcaires compacts, gris plus ou moins foncé ou blancs.

Verticaux au signal, ils s'inclinent peu à peu vers le Nord, ce qui est un renversement, car, un peu plus au Nord, on voit des strates du Ptérocérin plongeant aussi vers le Nord. Une dislocation ramène les mêmes calcaires, avec une forte inclinaison vers le Sud, puis ils prennent une pente plus douce, 22°, et les strates se succèdent normalement les unes aux autres jusqu'au Valanginien.

Les calcaires compacts contiennent beaucoup de Nérinées, que l'on n'obtient qu'à l'état de coupes, et quelques Lamellibranches et Polypiers. La partie supérieure est plus fossilifère et appartient peut-être déjà au Ptérocérin.

L'étude monographique des Nérinées de ce complexe permettra probablement de reconnaître leur position par rapport au Jurassique de Cintra.

La puissance est au minimum de 100 mètres.

b) Ptérocérin.

Trois mètres de calcaire gris foncé, légèrement marneux, présentent encore des Nérinées de taille moyenne, tandis que le reste du Jurassique n'en contient plus que de très petite taille. *Astarte discus* Sharpe, *Pinna occidentalis* Chof. (1888) et des *Gervilleia*, appartenant probablement à *G. tetragona* Gdf., montrent que l'on est bien dans le Ptérocérin.

Les 4 mètres qui suivent sont plus marneux et les fossiles plus abondants. Nous y remarquerons *Pterocera oceani; Thracia incerta; Lucina rugosa; Mytilus acinaces; M. Morrisi; Perna Espichelensis; Hinnites* cfr. *inaequiplicatus; Terebratula subsella,* etc.

c) Freixialin.

Cette assise est formée, comme la précédente, par du calcaire plus ou moins marneux, et les fossiles étant généralement encroûtés, il est difficile de voir les différences de faunes.

Les 25 mètres inférieurs ne paraissent différer du Ptérocérin que par la présence de quelques exemplaires de Cyrènes du Freixialin.

Au-dessus se trouve *Trigonia Freixialensis* et *Corbula Lusitanica*

sur 48 mètres, et enfin les *Dicyclina Lusitanica* isolés les uns des autres dans un calcaire compact. Ces bancs à *Dicyclina* ont 66 mètres d'épaisseur; leur faune est analogue à celle du cap d'Espichel et paraît être presque aussi variée. Succèdent 10 mètres qui contiennent encore les Cyrènes en abondance, mais dans lesquels je n'ai pas vu de *Dicyclina*.

d) Position incertaine.

Treize mètres de marno-calcaires ne contiennent pas de fossiles caractéristiques; je crois pourtant y reconnaître les mêmes *Malaptera* que dans le Freixialin, et *Mytilus acinaces*. Dans les 4 mètres supérieurs se trouvent des lits jaune nankin, qui annoncent la limite des deux systèmes.

e) Infravalanginien certain.

Calcaire gris, en bancs minces, alternant avec des lits marneux et quelques bancs jaune nankin. La faune en est très pauvre : quelques petites *Nérinées*, quelques moules de *Cardium*, ne paraissant pas différer de ceux du Jurassique, mais le Crétacique est annoncé dès la base par *Trigonia caudata* et par des lits de marno-calcaire pétris de *Spirocyclina infravalanginiensis* (1). Puissance : 35 mètres.

Dans les 30 mètres qui suivent, la faune est augmentée par la présence d'*Aptyxis infravalanginiensis*, puis vient *Corbula* cfr. *inflexa* Roem., les *Spirocyclina* continuant à être abondants.

Enfin suivent les *couches à Cyprina infravalanginiensis*, avec une puissance d'une cinquantaine de mètres.

f) Valanginien.

Grès de plus de 100 mètres de puissance, ayant fourni une belle flore dans l'affleurement de Brouco, et surtout dans celui de Valle-de-Lobos. Cette flore a été décrite par Oswald Heer; les *Sphenolepidium* et les *Sphenopteris* y jouent le rôle principal.

Ils sont recouverts par le *Hauterivien*, différant de celui de Cintra et de l'Arrabida par la rareté des Ammonites, représentées pourtant par

(1) En 1885 (p. 4), je disais ne pas avoir constaté leur présence dans l'affleurement d'Ollela, ce qui est à modifier par suite de ces nouvelles récoltes.

Olcostephanus Astierianum (d'Orb) et par l'abondance des *Pterocera*, des *Purpuroidea* et des *Natica*. Les Lamellibranches sont à peu près les mêmes que dans les autres contrées.

IV. — CAP D'ESPICHEL (ARRABIDA).

A son extrémité occidentale, la chaîne de l'Arrabida forme un abrupt s'élevant d'une centaine de mètres au-dessus de l'Océan.

Les strates sont dirigées de l'Est à l'Ouest et plongent vers le Nord, sous un angle qui est de 60° au Sud du phare, mais qui diminue peu à peu vers le Nord, n'étant plus que de 35° au Sud du ravin de Lagosteiros et de 25° au Nord de ce ravin.

Cette diminution marche de pair avec celle de la dureté de la roche qui, au Sud du phare, est formée par les calcaires rigides du Dogger, tandis que des bancs de marne et de grès s'intercalent dans le Malm supérieur et que la base du Crétacique n'est formée que par des grès.

Pétrographiquement et paléontologiquement, le Malm de l'Arrabida se divise en deux massifs bien distincts. A la base, des calcaires à faune marine, présentant le même facies d'un bout à l'autre de la chaîne de l'Arrabida et formant géognostiquement un tout avec les calcaires du Bathonien.

Au-dessus se trouve, à l'extrémité occidentale, une alternance de calcaires, de marno-calcaires et de marnes, substitués peu à peu par des conglomérats, au fur et à mesure que l'on s'avance vers l'Est.

Dans ce dernier massif, nous distinguerons un complexe marino-lacustre, correspondant aux *couches à Lima pseudo-alternicosta*, au Ptérocérin et au Freixialin.

a). Massif calcaire.

Le Bathonien de l'Arrabida et la partie supérieure du Lusitanien sont formés par des calcaires blancs, compacts, à faune de Nérinées et surtout de Bivalves.

A une certaine hauteur, cette faune est franchement bathonienne et contient *Pholadomya Murchisonæ* Sow.; *Ceromya concentrica* Sow.; *Elygmus polytypus* Desl.; *Rhynchonella Hopkinsi* M.-Coy; *Rhync. decorata* Schloth., etc.; puis on trouve assez subitement une faunule à

aspect séquanien (1), mais contenant encore des espèces bathoniennes, qui disparaissent à leur tour.

Le massif calcaire se termine par les couches à *Rhynchonella Arrabidensis*, en bancs plus minces, avec intercalation de lits marneux, contenant une faune abondante de Gastropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et d'Oursins. Nous citerons *Purpuroidea gigas* Et.; *Nerinea Desvoydyi* d'Orb.; *Pholadomya Delgadoi* Chof., 1893; *Ceromya excentrica* Ag.; *C. globosa* Buv.; *Isocardia striata* d'Orb.; *Mytilus jurensis* Merian; *Terebratula subsella* Leym., etc. La plupart de ces espèces se présentent dans le Séquanien de l'Europe centrale, et quelques-unes d'entre elles y passent au Kimeridgien et au Portlandien.

b) COMPLEXE MARINO-LACUSTRE.

J'ai distingué trois niveaux qui sont, de bas en haut :

1° Un *niveau lacustre inférieur*, formé par un calcaire à taches noires, comme celles du Purbeckien du Jura, ne m'ayant fourni que quelques *Paludines* et *Cerithium Lorioli* Chof. dans les environs du Cap, où il est mal visible, mais prenant plus de développement vers l'Est, où il présente une jolie faune.

2° Le *niveau à Nerinea Elsgaudiæ*, formé par des calcaires à Nérinées et gros *Heteropora*, contenant en outre *Natica Marcousana* d'Orb., *Pseudomelania abbreviata* Roem., *Perna polita* Sharpe et d'autres fossiles, en partie inédits, qui montrent que ce complexe correspond aux couches à *Lima pseudo-alternicosta* de la région de Torres-Vedras.

3° Le *niveau saumâtre supérieur*, avec *Neritina*, *Paludina*, *Pseudomelania paludinaeformis* Credn., etc.

C'est peut-être à ce niveau que doit être rapportée la faune limnique de Serra de S. Luiz, qui contient des *Paludina*, *Lymnæa*, *Planorbis*, *Neritina*, *Unio*, et quelques végétaux terrestres, décrits par Heer (2).

c) PTÉROCÉRIN.

J'attribue au Ptérocérin un complexe de près de 300 mètres d'épaisseur, formé par des calcaires, des marno-calcaires et des grès; ces derniers, subordonnés vers la base, prennent le dessus dans la partie supérieure.

(1) *De l'impossibilité de comprendre le Callovien dans le Jurassique supérieur.* (COMMUNICAÇÕES, ETC., I, p. 78.)

(2) HEER, *Contributions à la flore fossile du Portugal*, p. IV.

Vers le milieu de cet énorme massif se trouvent des couches calcaires avec *Nérinées*, *Polypiers*, *Diceras* et *Pachyerisma*. Elles ne présentent pas le facies corallien proprement dit, mais un facies subcorallien, bien différent du facies vaseux des couches encaissantes.

Ces dernières présentent entre elles de telles affinités, qu'il est nécessaire de faire du tout une seule assise, au milieu de laquelle s'est présentée une tendance à la formation coralligène.

Nous signalerons à la base des débris de *Lytoceras*, *Oppelia* et *Perisphinctes*, malheureusement indéterminables. En outre, *Pterocera oceani*, *Natica gigas*, *Pholadomya multicostata*, *Mytilus Morrisi*, qui démontrent bien l'attribution au Ptérocérin.

Les couches coralligènes disparaissent vers l'Est, et l'on n'a plus que deux divisions dans le Ptérocérin, la partie supérieure étant caractérisée principalement par *Trigonia Lusitanica* et *Gervilleia tetragona*, comme au Nord du Tage. *Avicula Credneriana* apparaît par contre dans les couches coralligènes.

d) Freixialin.

La coupe détaillée que j'ai relevée en 1881, en séparant les couches banc par banc, peut être réduite à deux niveaux en se basant sur l'apparition de *Dicyclina Lusitanica*.

Niveau inférieur. — Ce niveau, que je fais commencer avec l'apparition des *Cyrènes* et d'*Aptyxis obconicus* Sharpe (*Terebra*), est formé par des marno-calcaires ayant à leur base deux gros bancs de grès. Il contient différentes espèces ayant de l'importance dans le Ptérocérin; je citerai *Pterocera oceani* et *Natica gigas*. La puissance est approximativement de 100 mètres.

Niveau supérieur. — Ce niveau commence par une masse de calcaires blancs ou grisâtres, en bancs réguliers, alternant avec quelques lits de marno-calcaires. Les *Aptyxis* et les *Dicyclina* sont abondants dès la base; *Pterocera oceani*, *Lucina rugosa* et d'autres espèces du Ptérocérin s'y trouvent encore, mais n'atteignent pas la moitié du complexe. Puissance : 90 mètres.

Banc de $0^{m},50$, formé par un marno-calcaire gris, à oolithes rougeâtres, avec nombreux *Acteonina Moreana* Buv., *Cryptoplocus* cfr. *pyramidalis* et *Dicyclina Lusitanica*. En outre, divers *Aptyxis*, des *Cyrènes* et *Acteonina* cfr. *conulus*; cette dernière espèce fort rare.

Alternance de calcaires et de marno-calcaires : *Aptyxis*; *Cyrènes*; *Unicardium crassum* et *Montlivaultia*. Puissance : 15 mètres.

Faune des couches de Freixial, au cap d'Espichel.

ESPÈCES.	Espèces se trouvant déjà dans les couches inférieures.	Niveau inférieur.	Niveau supérieur.	FRANCE, SUISSE ET HANOVRE.
Perisphinctes sp. ind.	»	1	»	
Pterocera oceani var. *gibbosa* . . .	×	×	»	
— — var. *elongata* . .	×	×	1	Séquanien-Portlandien.
Cyphosolenus Dyoniseus (Buv.). . .	×	3	3	Portlandien.
Purpuroidea gigas Et	»	1	»	Ptérocérien-Virgulien.
Natica gigas Stromb.	×	×	»	Ptérocérien.
— *Marcousana* d'Orb.	×	4	×	Séquanien-Portlandien.
— *hemisphaerica* Roem. . . .	×	×	1	Séquanien-Portlandien.
— *aff. pugillum* Thurm. . . .	×	×	×	
— cfr. *dubia* Roem.	×	×	×	
Nerita (plusieurs espèces).	»	»	×	
Cerithium, 2 espèces	»	×	×	
Nerinea (*Ptygmatis*) cfr. *Sequana* Thirria.	×	5	»	
Nerinea (*Ptygmatis*) *Ribeiroi* Chof. sp. nov.	×	4	1	
Nerinea (*Aptyxis*) sp. nov.	×	5	»	
— — *obconica* Sharpe.	»	2	5	
Nerinea (*Aptyxis*) 2 espèces nouvelles.	»	»	5	
Nerinea (*Cryptoplocus*) cfr. *pyramidalis* Gdf.	»	1	5	
Acteonina aff. Moreana Buv. . . .	×	1	5	
— cfr. *conulus* Buv.	»	»	1	
Corbula cfr. *Edwardi* Sharpe . . .	»	1	2	An. *C. Mosensis* Buv. Ptérocérien-Portlandien.
— *Lusitanica* Chof. sp. nov.	»	»	5	
Cyprina securiformis Sharpe . . .	×	5	5	An. *Cyrena rugosa* Sow. Séquanien - Portlandien.

ESPÈCES.	Espèces se trouvant déjà dans les couches inférieures.	Niveau inférieur.	Niveau supérieur.	FRANCE, SUISSE ET HANOVRE.
Cardium dissimile Sow.	×	4	2	Portlandien.
Unicardium crassum Chof. sp. nov.	×	1	»	
Lucina rugosa (Roem.)	×	4	1	Séquanien-Portlandien.
Astarte discus Sharpe	×	4	?	
Corbicella Barrensis (Buv.)	»	2	2	Ptérocérien-Portlandien.
Trigonia Lusitanica Sharpe. . . .	×	1	»	
— *Freixialensis* Chof. (Pl. X).	»	×	»	
Arca quadrisulcata var. Sow. (Voyez Choffat. pl. XI).	»	×	»	
Mytilus Morrisi Sharpe.	×	4	»	An. *M. Morrisei* P de L. Portlandien.
Avicula Credneriana P. de L. . . .	×	×	»	Ptérocérien-Portlandien.
Gervilleia tetragona Sow	×	×	»	Séquanien-Portlandien.
— *Lorioli* Chof. sp. nov. . .	»	»	2	
Perna rugosa Sow.	×	×	»	Ptérocérien-Portlandien.
— *Espichelensis* Chof. sp. nov.	×	×	»	
Hinnites cfr. *inaequistriatus* Bronn.	×	×	?	An. Séquanien.
Pecten cfr. *Lusitanicus* Sharpe. . .	×	×	×	An. Séquanien.
Ostrea cfr. *pustulosa* Sharpe. . . .	×	×	»	
— *catalaunica* P. de L.	×	×	×	Virgulien-Portlandien.
Dicyclina Lusitanica Chof.	»	»	4	
Corps problématiques cupuliformes.	×	×	»	

Une simple inspection de ce tableau montre l'intime liaison de la partie supérieure, à *Dicyclina Lusitanica*, avec la partie inférieure, et de toutes deux avec le Ptérocérin.

Grès verdâtres, fins, avec *Cryptoplocus* cfr. *pyramidalis* et *Cyprina securiformis* en exemplaires nombreux, et *Acteonina Moreana* fort rare. Puissance : 1 mètre.

Cette couche paraît être liée à des grès fins, sans fossiles, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, surmontés par une grande masse de grès blancs, à nombreux cailloux de silex. Ils forment un escarpement bordant la baie de Lagosteiros vers le Nord, et correspondent sans doute à l'Infravalanginien et au Valanginien, ou au moins à ce dernier étage, car on trouve une faune du Hauterivien typique dans des calcaires surmontant les grès, à plus de 50 mètres au-dessus du dernier lit à fossiles jurassiques.

V. — ALGARVE (1).

Le Malm de l'Algarve forme une bande fractionnée, s'étendant, de l'Ouest à l'Est, sur presque toute la longueur de la province.

C'est à peu près au centre, dans les environs de Loulé, que j'ai rencontré la série la plus complète, tant au point de vue des affleurements que par la continuité du facies marin pendant toute la durée du Malm, tandis que, plus à l'Est, le Freixialin est représenté par des conglomérats, et que le Malm de l'Algarve occidental présente des lacunes.

Nous commencerons donc par l'examen des *environs de Loulé.*

Calcaires hydrauliques.

Les marnes à *Ammonites anceps* sont surmontées par des calcaires hydrauliques à fossiles très rares, dont la base appartient peut-être encore au Callovien, tandis que quelques Ammonites font voir que la plus grande partie, sinon la totalité, doit être rapportée à l'assise à *Peltoceras transversarium.*

Couches a Perisphinctes effrenatus.

Marno-calcaires verdâtres, contenant une belle faune d'Ammonites à caractère plus méridional que celle de la contrée des lignes de Torres-Vedras.

Cette faune ammonitique n'est pas encore étudiée monographique-

(1) *Communicações, etc.*, I, pp. 256 et 307.

ment, mais la présence du *Peltoceras bimammatum* me porte à la considérer comme représentant les couches du Montejunto, malgré la présence de Gastropodes des marnes d'Abadia.

Calcaire a polypiers siliceux.

Calcaire compact, à fossiles relativement rares. Quelques *Perisphinctes* voisins de *P. effrenatus* Font., *Nerinea subpyramidalis* Münst., *Ostrea hastellata*, *Terebratulina substriata*, *Cidaris Choffati*, *Pseudocidaris Lusitanicus* et autres fossiles se trouvant dans les lentilles calcaires des marnes d'Abadia. Nous n'hésiterons donc pas à considérer ces calcaires comme leur étant parallèles.

Dolomies.

Massif dolomitique d'environ 80 mètres d'épaisseur. Fossiles très rares et sans importance stratigraphique. D'après leur position, elles semblent correspondre aux couches à *Lima pseudo-alternicosta*.

Ptérocérin et Freixialin.

Les couches supérieures à la dolomie présentent une plus grande variabilité de facies et des intercalations de conglomérats. Le Ptérocérin paraît être réduit à des calcaires à *Polypiers*, *Nérinées* et *Diceras suprajurensis* d'une faible puissance, contenant quelques quartzites roulés. Au-dessus se trouve une faune de Lamellibranches, que l'on serait tenté de ranger dans le Ptérocérin, sans la présence de *Cyrènes* du Freixialin.

A Tavira, cette couche paraît être remplacée par des conglomérats avec intercalations de grès à *Nerinea turbinata*, *Cyprina securiformis*, *Perna rugosa* et *Gervilleia Fittoni* Sharpe, donc une faune du Ptérocérin supérieur de la contrée de Torres.

La couche qui suit ne laisse pas de doute sur son attribution au Freixialin. C'est un calcaire compact, contenant un grand nombre de *Nerinea subpyramidalis* Münst. et de grands *Anomia*, caractéristiques du Freixialin de l'Algarve, comme nous le verrons dans un instant.

On observe ensuite un banc à nombreux *Aptyxiella* et, après une interruption suffisante, on trouve le Crétacique.

Dans l'Algarve occidental, l'assise à *Ammonites athleta* est bien

définie, mais entre cette couche et la première du Malm se trouve une grande lacune.

Je suppose que c'est aux dolomies de l'Algarve oriental que correspond la belle faune corallienne qui surmonte les calcaires oolithiques, à débris d'entroques, de la plage du Tonel, près de Sagres.

Un autre point, la baie de Benaçoitão, a fourni une faunule qui ne peut appartenir qu'au Ptérocérin ou aux couches à *Lima pseudo-alternicosta*. Elle se trouvait intercalée dans des conglomérats et contient *Nerinea turbinata, Cerithium septemplicatum, Nerita bicornis, N. sp. nov. aff. bisinuata* Buv. et *Cyprina securiformis*.

Ces couches sont surmontées par une dolomie paraissant avoir de 30 à 40 mètres d'épaisseur, et celle-ci l'est tantôt directement par des marnes à cailloux noirs, contenant de petits *Itieria*, voisins de *I. multicoronata* Zitt. et des *Spirocyclina infravalanginiensis;* tantôt cette marne est séparée de la dolomie par des calcaires à *Nérinées*, grands *Anomia, Dicyclina Lusitanica* et *Spirocyclina*.

Crétacique.

Le Crétacique de l'Algarve occidental commence par des grès à Cérithes, paraissant se rapporter à l'Urgonien. Il y a donc une lacune qui n'existe heureusement pas dans l'Algarve oriental.

Dans la coupe de Loulé, le Jurassique supérieur est surmonté par un calcaire gris ou roux, n'ayant fourni qu'un *Acteonella*, des *Nérinées* et autres fossiles ne permettant pas de se décider entre le Jurassique et le Crétacique; mais entre Tavira et Fuseta, où le Jurassique n'est pas visible, le Valanginien surmonte un calcaire analogue à celui de la coupe de Loulé, contenant les mêmes fossiles, et en plus *Trigonia caudata, Spirocyclina infravalanginiensis* et *Dicyclina Lusitanica*.

Le Valanginien et le Hauterivien ne contiennent pas d'Ammonites, mais des Gastropodes, des Lamellibranches et des Brachiopodes, qui permettent de reconnaître leur position stratigraphique. Nous remarquerons dans le Hauterivien : *Pholadomya gigantea; Hinnites Renevieri; Janira atava; Ostrea rectangularis* et *Ostrea Couloni*.

VI. — GRÈS A VÉGÉTAUX.

Revenons à la contrée des lignes de Torres. Le Freixialin ne s'y trouve pas seulement sur la ligne qui en forme la limite méridio-

nale, mais il affleure en outre sur le pourtour de l'effondrement circulaire de Runa, où il est superposé au Ptérocérin contenant ses fossiles habituels. Le Freixialin ne m'y a par contre fourni que quelques fragments de gros os et des végétaux terrestres.

Ces grès, généralement rougeâtres, plongent sous un autre massif de grès, généralement kaolinifères, avec lentilles d'argile contenant des empreintes de *Corbula, Cardium, Arca, Nucula, Mytilus* et *Avicula*, de très petite taille, et une belle flore à caractère crétacique. Comme ils sont recouverts par le Bellasien fossilifère, il est incontestable qu'ils représentent le groupe néocomien (s. l.) (1).

Leur flore est reliée au Jurassique portugais par six espèces appartenant aux genres *Sphenopteris, Pecopteris, Widdringtonites* et *Rhizocaulon;* ses rapports avec le Wealdien de l'Allemagne du Nord sont établis par quatre espèces identiques et dix espèces substituantes; enfin, quelques espèces la relient à la flore du Valanginien et de l'Aptien des environs de Bellas. J'ai donné plus de détails sur ce sujet, page 253 des *Nouvelles contributions à la flore fossile du Portugal.*

Dans la même contrée se trouve un gisement (S. Sebastião) à environ 150 mètres plus bas que la faune naine du Crétacique, et qui selon toute probabilité appartient au Freixialin. Il contient cinq espèces du Jurassique portugais, cinq espèces à type jurassique, spéciales au gisement, tandis que *Pecopteris Dunkeri* Schimp. et *Frenelopsis leptoclada* Sap. montrent ses affinités crétaciques.

Une vingtaine de kilomètres plus au Nord, le Ptérocérin lui-même n'est représenté que par des grès sans fossiles marins; il n'y a plus de caractères le distinguant de l'assise de Freixial, mais les caractères pétrographiques permettent d'affirmer que l'on est dans le Néo-Jurassique et non pas dans le Crétacique.

Quelques lentilles de marnes contiennent des *Pisidium*, des *Planorbes* et des *Unio*, et une flore à caractère jurassique, mélangée pourtant de quelques types crétaciques, en particulier de *Sphenopteris Mantelli* Brong., var. *neo-jurassica* Sap. (2).

C'est une localité voisine qui contient le gisement crétacique de Cercal, célèbre par l'apparition des premières *Dicotylées,* au milieu d'une flore néocomienne, mélangée de quelques espèces montant jusque dans le Sénonien (*Sphenopteris plurinervia* Heer, *Sph. Mantelli* Brong. et *Frenelopsis occidentalis* Heer).

(1) Voyez : *Note sur le Crétacique des environs de Torres-Vedras, de Peniche et de Cercal.* (COMMUNICAÇÕES, ETC., 1891, vol. II, p. 171.)

(2) *Nouvelles contributions, etc.,* pp. 246-248.

J'ai démontré (*op. cit.*, pp. 258-260) que cette florule ne peut pas être plus récente que le Vraconnien, mais il n'est pas impossible qu'elle soit plus ancienne.

VII. — RÉSUMÉ ET GÉNÉRALITÉS.

Le Malm portugais subit de grandes variations du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est.

Parfois, un certain caractère se maintient pendant toute la durée du Malm et du Néocomien : tel est le facies marin dans la contrée de Cintra et la couleur foncée ou noire de ses calcaires, qui rappellent le Jurassique des Alpes suisses. Dans les affleurements d'Ollela-Brouco, le facies marin n'atteint que l'Infravalanginien, et les calcaires sont moins foncés, moins durs et plus fossilifères.

En Algarve, on remarque, dès le Lias, une tendance à la formation d'assises dolomitiques puissantes.

Une particularité du Malm portugais est de présenter, dès la base, une faune de Lamellibranches à caractères séquaniens, mélangée dans les couches les plus inférieures à des espèces oxfordiennes et à des formes de transition aux espèces bathoniennes, qui, je crois, n'ont pas été signalées dans d'autres pays.

Cette faune se transforme insensiblement par des modifications morphologiques et, par l'introduction graduelle de nouvelles espèces qui apparaissent généralement en individus peu nombreux et de taille relativement petite, ses représentants se développent énormément en nombre et en taille à un niveau déterminé, puis s'éteignent insensiblement.

On comprend que, dans ces conditions, il n'existe pas de limites tranchées entre les assises.

Un autre caractère essentiel est l'abondance des Nérinées, qui se trouvent dans presque tous les facies et à tous les niveaux; les *Aptyxis* dominent dans le Freixialin, mais sont déjà relativement abondants dans les couches saumâtres inférieures au Ptérocérin. Leur étude monographique fournira, sans doute, des données importantes pour le parallélisme de détail.

La différence de facies est surtout frappante pendant le Lusitanien. Au Montejunto et en Algarve, sa partie inférieure contient des Ammonites, qui permettent de reconnaître les zones de *Peltoceras transversarium* et de *Pelt. bimammatum*. Dans la première de ces contrées et à

Cintra, le Lusitanien supérieur est aussi formé par des strates ammonitiques, qui correspondent à la zone à *Oppelia tenuilobata*, tandis que, dans l'Arrabida et au Nord de Torres-Vedras, les facies à Lamellibranches et le facies subcorallien forment la totalité du Lusitanien. Ces derniers forment aussi le Lusitanien supérieur de l'Algarve.

L'*assise à Lima pseudo-alternicosta* montre assez d'uniformité au Nord des régions de Cintra, et il est possible qu'on puisse la délimiter avec exactitude dans cette contrée et dans l'Arrabida.

Elle voit apparaître plusieurs espèces jouant un rôle capital dans le Ptérocérin, et sa flore est aussi à caractère néo-jurassique. Je l'ai donc rangée dans ce sous-étage, quoique d'autres considérations porteraient à la comprendre dans le Lusitanien. C'est cette assise qui voit le plus grand développement des *Opisthobranches*. Les Ammonites n'y sont représentées que par quelques *Perisphinctes*, pouvant aussi bien appartenir à la zone à *Ammonites bimammatus* qu'à celle à *Ammonites Beckeri*.

Le Ptérocérin et le Freixialin présentent des caractères paléontologiques plus constants, malgré les grandes différences lithologiques.

Complètement calcaires dans les affleurements de Cintra et d'Ollela, ils sont presque entièrement gréseux, quoique à faune marine, à la limite méridionale de la contrée de Torres. Sur la ligne septentrionale de la même contrée, le Freixialin perd ses fossiles marins et ne contient plus que des *Végétaux*, ce qui est le cas pour les deux assises dans les contrées au Nord de celle de Torres. On y remarque en outre quelques coquilles limniques : *Unio*, *Planorbis*, etc.

Dans le facies marin, marno-arénacé, le Ptérocérin se divise en deux niveaux, qui se distinguent surtout par la présence de *Trigonia Lusitanica* au niveau supérieur.

Ces deux faunes se trouvent aussi dans la partie moyenne de l'Arrabida, mais au cap d'Espichel, elles sont séparées par un puissant massif subcorallien, qui semble former la base du Ptérocérin dans les affleurements de Cintra et d'Ollela.

Dans la partie orientale de l'Arrabida, toute la partie supérieure du Malm est formée par des conglomérats.

En Algarve, quelques affleurements ont fourni une faune à rapporter au Ptérocérin, mais cette assise y est certainement beaucoup moins développée qu'au Nord du Sado et du Tage. Une masse dolomitique puissante la représente dans l'Algarve occidental.

En parlant de la contrée des forts de Torres (p. 119), j'ai donné les listes de la faune, montrant les espèces venant de couches plus pro-

fondes, celles qui naissent dans l'assise, et leur distribution dans les deux niveaux du Ptérocérin. Ces tableaux peuvent être considérés comme types du Ptérocérin. Dans les facies subcoralliens, cette faune est naturellement riche en *Nérinées*, encore incomplètement étudiées, en *Diceras*, et parfois on y rencontre des *Pachyerisma* et autres fossiles coralliens.

Je mentionnerai aussi la fréquence de *Natica gigas* Stromb. au cap d'Espichel, non seulement à la base, mais aussi au sommet; il y passe même dans le Freixialin.

Les débris de Vertébrés sont fréquents dans le Ptérocérin, surtout dans le facies marno-gréseux. Les plus communs, *Machimosaurus Hugii* Meyer, *Lepidotus lævis* Ag., se trouvent déjà dans le Lusitanien. Il en est de même des deux *Belemnites* (*B. hastatus* et *B. Argovianus*) et de *Nautilus giganteus*.

Les Ammonites y sont représentées par un ou deux fragments de *Perisphinctes*, auxquels se joignent, au cap d'Espichel, deux empreintes appartenant aux genres *Lithoceras* et *Oppelia*.

Freixialin.

Au Nord du Tage et au cap d'Espichel, le Freixialin présente deux niveaux, l'inférieur contenant des *Cyrènes* des *Aptyxis* et des *Trigonia* ne se trouvant pas dans le Ptérocérin, tandis que le niveau supérieur est caractérisé par l'adjonction de *Dicyclina Lusitanica*.

Dans l'Algarve oriental, des couches à faune du Ptérocérin contiennent des *Cyrènes* du Freixialin, et les gisements, ne laissant pas de doutes sur leur attribution à cet étage, contiennent une faune moins variée qu'au Nord du Sado, caractérisée surtout par des *Anomia* de grande taille et par un mélange de *Dicyclina* et de *Spirocyclina*.

Vu l'importance de ces couches, j'ai donné un tableau des principales espèces au cap d'Espichel (p. 150). Il montre, d'une façon incontestable, qu'elles appartiennent au Jurassique.

Infravalanginien.

Dans les affleurements d'Ollela et de la Serra de Cintra, la base de l'Infravalanginien est formée par des calcaires identiques à ceux du Freixialin.

La faune est aussi composée de Bivalves mal conservées, et ce n'est

que l'apparition de *Trigonia caudata* qui fait voir que l'on est dans le système crétacique.

Un peu plus haut se montrent des lits marneux à *Spirocyclina* et à *Aptyxis*, puis des calcaires à *Cyprina infravalanginiensis*, dans lesquels j'ai des motifs de croire à la réapparition sporadique de *Dicyclina Lusitanica*. La faune est composée d'espèces spéciales, qui pourraient aussi bien être jurassiques que crétaciques, sauf *Trigonia caudata*. Le Valanginien présente, par contre, une faune bien connue.

En Algarve, l'Infravalanginien contient un mélange de *Dicyclina*, de *Spirocyclina* et de *Trigonia caudata*.

Je termine par un essai de tableau synchronistique des contrées que nous venons de voir, disposées dans l'ordre géographique du Nord au Sud.

La dernière colonne montre le parallélisme avec l'Europe centrale. Les traits ne traversant pas entièrement les colonnes indiquent une limite incertaine.

Ce parallélisme, facile à établir pour les assises inférieures, grâce à la présence de faunes ammonitiques, est plus délicat pour le Néo-Jurassique, quoique les Gastropodes et les Lamellibranches du Kimeridgien soient tellement abondants dans le Ptérocérin du Portugal qu'il n'y ait pas de doute sur leur parallélisme, et que celui du Freixialin avec le Portlandien soit aussi démontré par la faune et par la superposition.

Je crois devoir prévenir une objection pouvant être inspirée par la présence d'*Ostrea virgula* dans les couches d'Abadia (zone à *Ammonites tenuilobatus*), et l'apparition d'*Ostrea catalaunica* dès le Ptérocérin. La première de ces espèces est assurément caractéristique du Kimeridgien supérieur (Virgulien) de l'Europe centrale, mais MM. de Loriol et Struckmann ont démontré sa présence dans le Séquanien de Boulogne, d'Oberbuchsiten et du Hanovre. La deuxième n'a, je crois, été signalée que du Portlandien, mais il n'y a pas de motif pour admettre qu'elle soit indemne des fluctuations de sa parente.

Les *couches à Lima pseudo-alternicosta* peuvent être rapportées soit au Séquanien, soit au Kimeridgien, quoique leur faune se rapproche davantage de celle du Ptérocérin portugais que de celle du Lusitanien.

Il est évident que le Berriasien correspond à l'Infravalanginien; mais il n'est pas dit qu'une partie du Freixialien ne soit pas à lui rapporter.

Si l'on voulait se baser sur l'analogie de faune, surtout sur les

Dicyclina et *Spirocyclina*, pour réunir l'Infravalanginien au Jurassique, il faudrait se résigner à admettre la présence de *Trigonia caudata* dans le Jurassique, voire même d'une présence abondante!

D'un autre côté, on ne peut pas faire entrer le Freixialin supérieur (à *Dicyclina*) dans le Crétacique, car la majeure partie de sa faune est franchement jurassique.

La flore nous montre aussi un passage insensible entre les deux systèmes.

Il faut donc admettre que la limite entre les systèmes jurassique et crétacique, généralement très accentuée, n'est qu'une limite conventionnelle dans certaines régions du Portugal, comme c'est du reste le cas dans quelques contrées des Alpes.

Lisbonne, mars 1901.

ERRATUM

Page 111, ligne 5 du *Sommaire* : au lieu de : *Lima alternicosta*, lisez : *Lima pseudo-alternicosta*.

ESSAI DE PARALLÉLISME D'UNE PARTIE DU MALM PORTUGAIS, par PAUL CHOFFAT.

NOMENCLATURE PORTUGAISE.	NORD DE TORRES-VEDRAS. (CESARÉDA.)	SUD DE TORRES-VEDRAS. (DU MONTEJUNTO A FREIXIAL.)	OLLELA ET BROUCO.	RÉGION DE CINTRA.	CAP D'ESPICHEL.	ALGARVE ORIENTAL.	ALGARVE OCCIDENTAL.	PARALLÉLISME AVEC L'EUROPE CENTRALE.
Hauterivien.	Graviers et grès argileux, à faune naine et à flore terrestre.	Grès sans fossiles marins; flore terrestre très rare.	Calcaire à *Am. Astierianus*, etc.	Faune marine typique.	Faune marine typique.	Faune marine sans *Ammonites*.	LACUNE.	**Hauterivien.**
Valanginien.			Grès à flore terrestre . . . . . 100^{m}.	Faune marine typique.	Grès sans fossiles.	Faune marine.		**Valanginien.**
Infravalanginien.			Calcaire à *Cyprina infravalanginiensis*. . . . . 60^{m}. ——— Calcaire à *Spirocyclina*. . . . . 55^{m}. ——— ? Calcaire à faune problématique. 13^{m}.	Calcaire à *Cyprina infravalanginiensis* . . . . 30^{m} à 45^{m}. ——— *Spirocyclina* et *Aptyxis infravalanginiensis*. . . . . . . 6^{m} à 10^{m}. ——— Calc. à *Trigonia caudata*. 14^{m} à 24^{m}.		Calcaire à *Trigonia caudata*, *Spirocyclina infravalanginiensis* et *Dicyclina Lusitanica*.		**Berriasien.**
Freixialin.	Grès marneux micacés, à flore terrestre et lits marneux à faune limnique.	*Trigonia Freixialensis*, *Corbula Lusitanica*, *Corbicula Barrensis*, *Dicyclina Lusitanica*. ——— *Cyrènes*, *Trigonia Kobyi*, *Tr. Freixialensis*, *Perna Espichelensis*.	*Cyrènes* (sans *Dicyclina*?) . . . 10^{m}. *Dicyclina*, etc. . . . . 66^{m}. ——— *Trigonia Freixialensis*. . . . . 48^{m}. *Cyrènes* douteuses. . . . . 25^{m}.	Calcaire à *Dicyclina*, *Aptyxis* et *Trigonia Freixialensis*. . . . . 100^{m}. ——— Calcaires à *Cyrènes* et autres bivalves . . . . 100^{m}.	*Aptyxis* et *Cyrènes* . . . . 16^{m}. *Dicyclina* et *Aptyxis*. . . . . . 90^{m}. ——— *Aptyxis* et *Cyrènes* . . . . 100^{m}.	Calcaire à *Nerinea* et grands *Anomia*. ——— Marno-calcaires à *Astarte discus*, *Mytilus Morrisi* et *Cyrènes* du Freixialin.	Marne à petits cailloux noirs. *Itieria aff. multicoronata*, *Spirocyclina*, etc. ——— Calcaire à *Nerinea*, grands *Anomia*, *Dicyclina* et *Spirocyclina*.	**Portlandien.**
Ptérocérin.		Grès à *Trigonia Lusitanica*, *Avicula Credneriana*, *Avicula Gessneri* et *Gervilleia tetragona* . . . . 250^{m}. ——— Grès et calcaires à *Pterocera oceani*, *Pholadomya multicostata*, *Trichites*, etc. . . . . 100^{m}.	Faunes du Ptérocérin . . . . . 7^{m}. ——— Calcaires à *Nérinées* (minimum 100^{m}).	Calcaire à faune ptérocérine. . 100^{m}. ——— Calcaires subcoralliens . 100^{m} à 150^{m}.	Grès et marnes à *Trigonia Lusitanica* . . . . 20^{m}. ——— Calcaires subcoralliens . . . . 200^{m}. ——— Marnes et grès à *Pterocera oceani*, *Natica gigas*, etc. . . . . 60^{m}.	Calcaire à *Polypiers*, *Nérinées*, *Diceras suprajurensis* et quelques quartzites roulés. ——— Dolomies puissantes.	Dolomie. ——— Calcaires et conglomérats à *Nerinea turbinata*, *Nerita bicornis*, *Diceras suprajurensis*, *Cyprina securiformis*.	**Kimeridgien.**
Couches à Lima pseudo-alternicosta.	Couches à *Opisthobranches* . . . 10^{m}. Couches à *Polypiers*, *Lima pseudo-alternicosta*, etc. . . . . 50^{m}.	Couche à *Opisthobranches*. Oolithe à *Lima pseudo-alternicosta*.		Marno-calcaires schisteux à *Ammonites* et *Gastropodes*. . . . 300^{m} à 400^{m}	Complexe marino-lacustre (50^{m} à 100^{m}?). ——— Couches à *Rhynchonella Arrabidensis*.		Calcaire à *Crinoïdes* de Sagres, surmonté par une faune corallienne.	— — —
Lusitanien supérieur.	Calc. à *Ptygmatis Bruntrutana*. 200^{m}. ——— Calcaire à *Cidaris Choffati*, *Nérinées*, *Lamellibranches*, *Ammonites* cfr *Lothari*, *effrenatus* et *Silenus*. 1,500^{m}.	*Marnes d'Abadia*. — *Ammonites*, *Daonella Cintrana*, *Gastropodes*, etc., ayant au sommet le *Corallien d'Amaral*, à nombreux *Echinodermes* . . . . 800^{m}.		*Schistes de Ramalhão* à *Ammonites* et *Daonella Cintrana*. 400^{m} à 1,000^{m}.		Calcaire à *Polypiers* siliceux, *Cidaris Choffati*, etc.	LACUNE.	**Séquanien.** (Zone à *Ammonites tenuilobatus*.)
Lusitanien inférieur.	——— Calcaire à *Mytilus aequiplicatus*. 100^{m}. ——— Faune saumâtre . . . . 100^{m}.	Couches du Montejunto, à *Peltoceras bimammatum* . . . . 300^{m}. ——— Couches de Cabaço, à *Aspidoceras faustum*, etc. . . . . 500^{m}.		Marbre métamorphique. LACUNE.	Calcaire à *Nérinées* et à *Bivalves*.	Couches à *Perisphinctes effrenatus* et *Peltoceras bimammatum*. ——— Calcaire hydraulique avec *Ammonites tortisulcatus* et *callicera*.		**Oxfordien.** (Zone à *Ammonites bimammatus*.) (Zone à *Ammonites transversarius*.)
	Callovien supérieur, à *Polypiers*.	Callovien à *Cosmoceras Duncani*.		Granite.	Bathonien à *Nérinées* et à *Bivalves*.	Callovien à *Ammonites anceps*.	Callovien à *Ammonites athleta*.	

LA GÉOLOGIE, LA PROSPECTION ET L'EXPLOITATION

DES

MINES D'OR ET DES PLACERS

PAR

David LEVAT
Ancien élève de l'École Polytechnique,
Ingénieur civil des Mines à Paris.

PLANCHE II.

Résumé de la conférence donnée à la Société belge de Géologie, le 21 février 1904.

Cette conférence sera divisée en deux parties, où j'examinerai successivement :

I. — *La géologie générale de l'or.*
II. — *La recherche et l'exploitation des gisements aurifères.*

I. — Géologie générale de l'or.

Cette étude rentre dans le cadre des applications géologiques auxquelles la Société de Géologie s'est souvent attachée déjà. Elle est de celles qui démontrent combien l'union du géologue et de l'ingénieur peut être fructueuse, tant au point de vue du progrès de la science géologique pure qu'à celui des heureux résultats auxquels elle conduit dans les recherches techniques et pratiques.

L'or est très répandu dans la nature. L'analyse spectrale en décèle même la présence dans l'eau de mer, circonstance qui a permis à plusieurs reprises, et tout récemment encore, en Amérique, à des escrocs ingénieux, de soulager des actionnaires naïfs de leurs économies.

La carte ci-jointe (p. 145) indique la situation des principaux centres

de production de l'or. Ceux-ci ne sont pas répartis au hasard; leur existence est intimement liée aux conditions qui ont déterminé la structure de la croûte terrestre.

Depuis longtemps, les géologues ont recherché les lois qui ont présidé à la formation de l'écorce solide. Conformément à la méthode habituelle, suivie dans toutes les sciences naturelles, ils ont procédé par hypothèses successives en tentant de vérifier si les faits justifiaient ces théories inspirées par l'observation première.

Diverses conceptions ont ainsi été mises au jour dans la seconde moitié du siècle dernier; il faut citer d'abord celle d'Élie de Beaumont, établie sur une intuition et une interprétation purement mathématique des faits.

Se basant sur l'hypothèse, pour l'écorce terrestre, d'une croûte durcie d'épaisseur uniforme, constituant la surface d'un noyau central liquide en refroidissement constant, le savant géologue avait étudié les lois qui, d'après lui, devaient régler les déformations provoquées par la contraction d'un pareil système.

Il arrivait à conclure que les lignes de contraction se produisent suivant des grands cercles disposés de façon à découper la surface terrestre en une série de pentagones sphériques, la seule figure symétrique pouvant s'inscrire sur la surface totale de la sphère. C'est ainsi que prit naissance le système dit « *pentagonal* », qui, défendu d'abord par de nombreux géologues de l'école française et enseigné aux ingénieurs de ma génération, a fini par être abandonné aujourd'hui. Élie de Beaumont admettait que les grands cercles de son *réseau pentagonal*, se recoupant en des points multiples, fournissaient les bases de la répartition des grands soulèvements et, par voie de conséquence, des grandes fractures du globe.

Le successeur d'Élie de Beaumont à la chaire de Géologie de l'École des mines, de Chancourtois, poussant aux limites extrêmes la théorie de son prédécesseur, en faisait l'application aux phénomènes d'origine plutonienne, facteurs principaux de la formation des gîtes métallifères. Il admettait qu'ils avaient été produits par injection dans les fentes et fissures qui tracent les grandes lignes de la tectonique générale du globe, et soutenait l'opinion que ces gîtes devaient se rencontrer généralement suivant les alignements des grands cercles principaux du réseau pentagonal.

Cette théorie, purement abstraite, n'a pas résisté longtemps à l'observation et au développement des connaissances, et la géologie moderne, abandonnant les hypothèses pures imaginées de toutes pièces, a heureusement évolué dans ces derniers temps vers une conception

plus juste des méthodes propres à assurer ses progrès. Elle a eu recours à l'observation, à l'étude des faits relevés dans la nature, sans l'idée préconçue de les mettre d'accord avec des lois élaborées à l'avance.

Suess, notamment, appliquant la féconde théorie des « causes actuelles », a présenté une manière de voir à la fois plus simple et plus conforme aux faits.

Il établit d'abord que la croûte terrestre est formée de parties plus résistantes : les *horsts*, qui n'ont pas subi l'influence des contractions et des effondrements causés par le refroidissement du globe et d'autres parties plus faibles ayant cédé à ces mouvements, et dont l'affaissement a créé les grandes dénivellations de la surface terrestre.

L'observation tend à confirmer cette thèse, admise aujourd'hui par la plupart des géologues.

Examinons l'application de ces principes généraux à la formation des terrains aurifères.

L'or se rencontre généralement dans les terrains cristallins et cristallophylliens, c'est-à-dire dans les terrains de l'âge le plus ancien et qui paraissent dépourvus de toute trace de vie animale. Au sujet de ce dernier point, il faut noter toutefois que l'absence de vestiges de la vie organisée ne démontre pas que celle-ci n'existait pas encore dans les terrains considérés.

La complication et la variété de certains types retrouvés dans les premiers terrains, où l'on rencontre des traces de la vie primitive, font croire au contraire qu'elle avait dû exister à une époque plus reculée, mais que les circonstances ont été telles que les vestiges les plus anciens d'êtres organisés dépourvus de téguments résistants, pouvant laisser une trace appréciable de leur présence, n'ont pu être mis en évidence dans l'état actuel de nos connaissances.

Les terrains primitifs dont nous venons de parler n'affleurent pas régulièrement à la surface du sol. Leurs affleurements sont répartis en diverses régions du globe.

Une large bande de ces terrains couvre la partie septentrionale de la terre, où elle forme une sorte de calotte. Elle comprend donc le nord de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique. Le détroit de Behring n'interrompt cette bande qu'en apparence, car il ne peut être considéré comme un détroit au point de vue géologique, étant donnée sa faible profondeur. Celle-ci ne dépasse pas, en effet, 58 mètres, et c'est même à cause de cette circonstance qu'il se fait que la mer de Behring est dépourvue d'icebergs. On sait que les conditions d'équilibre de ceux-ci exigent que leur partie plongeante soit sept fois plus grande que leur partie émergeante. Un iceberg de 10 mètres de hauteur par

exemple, ce qui est relativement une faible hauteur, doit donc avoir une masse plongeante de 70 mètres de profondeur, ce qui ne lui permet pas de franchir le détroit de Behring.

La bande septentrionale de terrains primitifs dont nous venons de parler semble donc constituer un horst resté intact, alors que les terrains avoisinants s'effondraient. Cette hypothèse paraît d'autant plus admissible aujourd'hui que Nansen, dans son dernier voyage, a découvert les grands fonds qui règnent dans la mer intérieure du Nord.

Ce horst est parsemé de gisements aurifères, parmi lesquels ceux de la Sibérie ont formé, jusqu'à ces derniers temps, la plus grande production qui ait été obtenue en pays froids. On connaît les découvertes de gisements aurifères faites au Klondyke ainsi qu'au Yukon; plus récemment, on a trouvé, au cap Nome, tout au bord de la mer, une formation spéciale de sables noirs titanifères, contenant de l'or, et depuis lors, ces même sables ont été reconnus, par une expédition russe, sur la côte occidentale de la mer de Behring.

Tout cet ensemble de gîtes constitue un premier horst aurifère, que l'on peut nommer « horst glacial ».

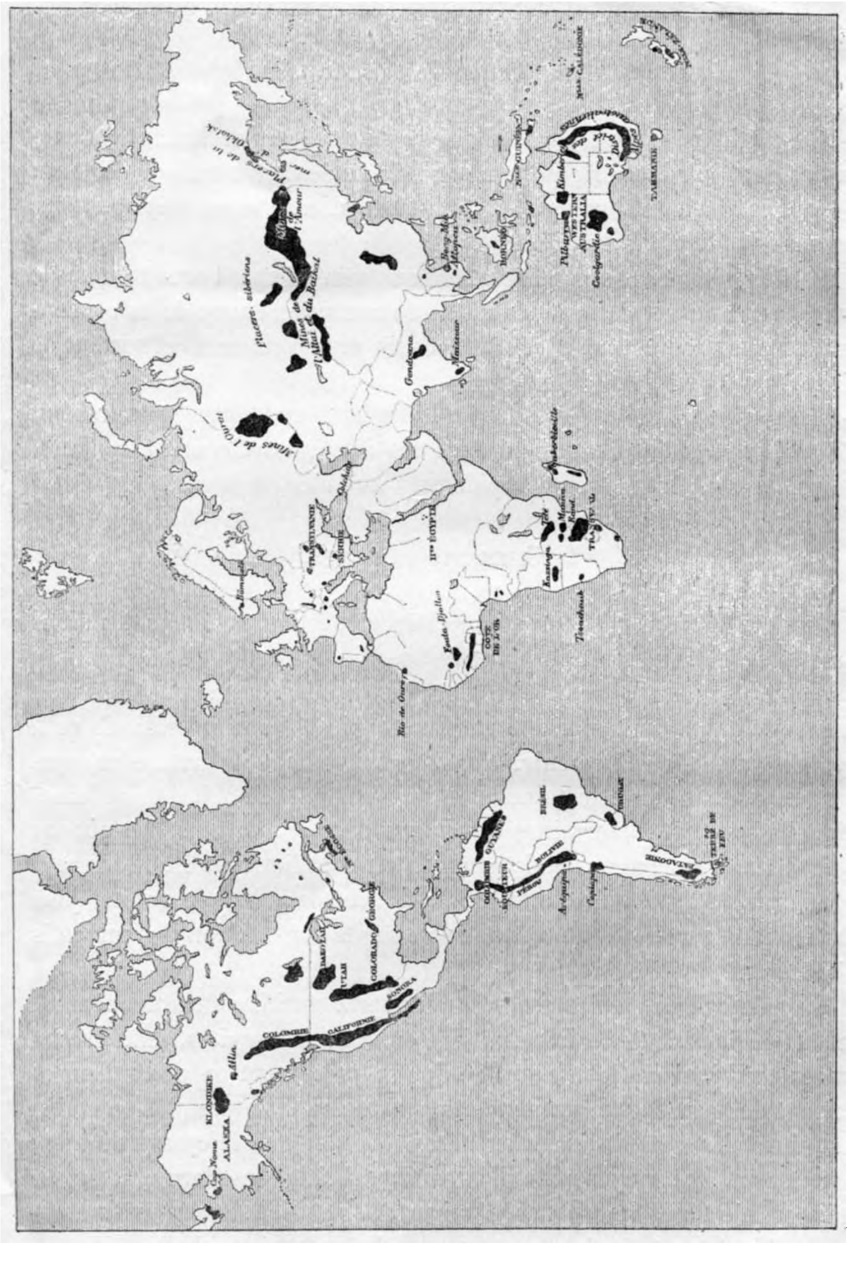
Un second horst est formé par la chaîne dorsale qui traverse l'Amérique du nord au sud. Partant du Klondyke, elle se dirige vers San-Francisco, en Californie, — l'un des berceaux classiques de l'exploitation aurifère, — passe par le Mexique, le Guatemala, le Pérou, le Chili et la Patagonie.

Un troisième horst se recourbe suivant les Antilles, la Colombie, le Venezuela et la Guyane.

En Afrique, on rencontre deux grands centres de production aurifère : l'un comprend le Soudan, le Dahomey et le Gold Coast; l'autre est le Transvaal, qui, avant la guerre qui y sévit actuellement, était le plus fort producteur d'or du monde entier.

Enfin, en Australie, on exploite les gisements de Ballarat (Victoria) et de la Nouvelle-Galles du Sud, ainsi que ceux plus récemment reconnus dans l'Australie occidentale (Coolgardie). Les filons et placers de la Nouvelle-Zélande peuvent être rattachés à la formation aurifère australienne.

En résumé, on peut donc dire que tous les gisements aurifères se rattachent à trois grands systèmes de formation : 1° celui de la région boréale; 2° celui qui traverse l'Amérique suivant la direction nord-sud; 3° celui qui comprend les gîtes d'Afrique et d'Australie.



Répartition des gisements aurifères a la surface du globe, d'après H. Hauser.

II. — Recherche et exploitation des gisements aurifères.

Classification des gisements.

On distingue deux classes de gisements aurifères nettement caractérisées, tant par leur origine que par leur mode de formation. Ce sont :

1° Les gisements primaires, *filons*, *amas*, *couches* ou *imprégnations* au sein des terrains aurifères;

2° Les gisements secondaires, connus généralement sous le nom de *placers*, provenant de la démolition, du remaniement et de la concentration des premiers sous l'influence des agents naturels et surtout de l'eau.

La prospection, l'exploitation et la limite économique de traitement de ces divers gisements varient dans des limites extrêmement étendues. Je vais essayer d'en donner rapidement une idée sommaire.

1° Gisements primaires.

Je serai bref sur cette première catégorie, car la recherche des filons aurifères ne diffère pas, au point de vue des méthodes d'investigation, de celle en usage pour les autres métaux utiles. C'est sur les affleurements qu'on se base pour attaquer le gîte par puits et galeries. Ce qu'il y a de particulier à retenir, c'est le changement de nature presque certain que présente le minerai dès qu'on pénètre à la profondeur à laquelle les eaux souterraines cessent de circuler activement et où, par voie de conséquence, les actions oxydantes sont limitées. M. de Launay, dans un récent Mémoire, a très bien fait ressortir le rôle capital joué par les eaux en circulation dans le sol, sur la constitution des minerais d'affleurements (1).

En général, les affleurements de quartz aurifères contiennent le métal précieux à l'état libre, visible ou non. Les pyrites, tellurures et autres combinaisons contenant de l'or se présentent en profondeur et exigent des procédés de traitement appropriés à la nature plus ou moins complexe des combinaisons aurifères. On sait que la cyanuration est devenue un des moyens les plus employés dans ces derniers temps, mais ce n'est pas une panacée universelle, et bien des minerais aurifères sulfurés ou tellurés y sont encore plus ou moins rebelles.

(1) L. de Launay, *Contribution à l'étude des gîtes métallifères*. Paris, 1897.

Les minerais à or libre, les *free milling ores,* comme les appellent les anglo-saxons, n'exigent que l'emploi du classique bocard californien, outil arrivé maintenant à son perfectionnement complet.

Pour donner une idée du bon marché auquel on arrive à traiter, par broyage et amalgamation, des minerais à or libre dans des conditions variées, je donnerai le tableau suivant :

Coût du broyage et de l'amalgamation dans certaines mines.

(Par tonne de 1.000 kilogrammes.)

NOM DES EXPLOITATIONS.	NATURE DE LA FORCE EMPLOYÉE.	NOMBRE DES PILONS.	COÛT EN FRANCS.	ANNÉE.
Hidden Treasure (Colorado .	V + H	75	4,02	1891
Gover (Californie)	H_p	20	2,73	1893
North Star (Californie). . .	H_p	40	4,18	1888-1890
Wildman (Californie) . . .	H_p	30	2,43	1891
Britannia (Victoria) . . .	V	40	2 89	1891
S. Clunes United (Victoria).	V	60	2,79	1890
New Chum (Victoria) . . .	V	30	2 99	1891
Excelsior (Queensland) . .	V	50	10,06	1890
Saxon (Nouvelle-Zélande) .	H_p	33	4,90	1892
Mountain (Nouvelle-Zélande)	H_p	40	4.64	1892
Phoenix (Nouvelle-Zélande).	H	30	3,61	1890
Morgan (Grande-Bretagne) .	H	40	1 03	1891
Phoenix (Inde)	H	20	3,30	1884
Mysore (Inde)	V	90	15.73	1892
May (Afrique du Sud) . . .	V	20	16,25	1890
El Callao (Venezuela) . . .	V	60	5,57	1891
Treadwell (Alaska)	H	240	1.80	1893
Jumpers (Afrique du Sud) .	V	100	12,38	1890

V = Vapeur; H = Force hydraulique appartenant à l'exploitation; H_p = Force hydraulique, louée par l'exploitation.

Divers modes de gisement primitif de l'or.

Les filons ont diverses origines. Les *filons proprement dits* sont constitués par une cassure qui a été remplie par injection endogène d'un magma, composé principalement de quartz et d'or. Dans ce cas, les parois de la cassure, les épontes, ne sont pas aurifères. Ces filons se rencontrent surtout dans l'Amérique du Sud (Guyane, Venezuela) et offrent cette particularité de présenter toujours une teneur élevée dans les affleurements, tandis qu'en profondeur s'accuse un appauvrissement qui va jusqu'à la disparition presque complète du métal.

On peut citer comme exemple, à ce sujet, la mine de Callao (Venezuela), dont les productions successives sont indiquées ci-après :

1871 à 1881. .	91,000 tonnes	de minerai	d'une teneur de	3.50 onces	à la tonne.
1881 à 1883. .	67,000	—	—	4.48	—
1884.	31,000	—	—	5.66	—
1885.	46,000	—	—	2.44	—
1887.	62,000	—	—	1.10	—

La mine est actuellement abandonnée.

Un autre genre de formation est celui des *filons de ségrégation*. Ici c'est la roche mère, granite ou gneiss, qui était primitivement aurifère dans toute sa masse. Par suite du refroidissement et d'actions chimiques spéciales, l'or s'est séparé des autres matières, s'est *ségrégé* en se concentrant suivant certaines directions, en rapport, généralement, avec les cassures de la roche. Les gisements de ce type se trouvent dans les régions de l'Oural, de la Transbaïkalie et de l'Amour.

Dans ce genre de formation, d'autres minéraux que l'or se sont presque toujours séparés de la masse rocheuse, en même temps que lui. C'est ainsi que, dans l'Oural, on constate que le granite a perdu son mica pour se transformer en bérézite. Il en résulte des indications précieuses pour le prospecteur; la présence de gros cristaux isolés de mica ou de feldspath sont des indices favorables qui doivent l'engager à persévérer dans ses recherches.

La présence de l'or dans les roches, en tant qu'élément constitutif, doit être aussi signalée, car de récents travaux ont montré qu'il faut attribuer à ce fait un rôle prépondérant dans la formation de certains placers. Dès 1896, je signalais, dans les gneiss rubanés de la Zéya (Sibérie orientale), la présence de couches interstratifiées aurifères,

dont l'érosion locale produisait de riches placers sans trace de filons avoisinants (placers Djolon, Léonovski, etc.).

J'ai rapporté de mon voyage de 1897, en Guyane, plusieurs échantillons de diorite aurifère dans sa masse, qui sont déposés dans les collections des gîtes minéraux de l'École des Mines de Paris.

Récemment enfin, M. Lacroix a fait, à l'Académie des Sciences, une communication sur l'origine de l'or des placers de Madagascar, qui constate des faits identiques. La roche aurifère est, suivant ses observations, un granite plus ou moins décomposé.

Il ne me paraît pas douteux que cette constatation ne puisse servir à expliquer les très nombreux cas où des placers se manifestent en l'absence de toute veine minéralisée ou quartzeuse dans le voisinage. La connaissance exacte de terrains aurifères dans leur masse constitutive serait, au point de vue de la recherche et de l'exploitation du métal précieux, d'une importance capitale. On comprend aisément, en effet, que les points d'érosion maxima de ces terrains constitueraient le lieu d'élection des gisements les plus riches.

Comme je le disais, en 1896, à propos de la Sibérie, les études stratigraphiques doivent marcher de pair, dans la recherche des placers, avec la reconnaissance des fractures d'origine filonienne (1).

Au Transvaal, on rencontre un troisième type de gisement *in situ*. Il se présente en couches, constituées par un conglomérat composé de morceaux de quartz anguleux non aurifères, reliés par un ciment porphyrique ou dioritique, contenant de l'or et de la pyrite. Cette formation est répartie en un certain nombre de couches plongeant sous le sol.

Les affleurements présentaient de l'or tout à fait libre et étaient donc d'exploitation facile. En profondeur, il n'en est plus de même; les gisements (*deep levels*) renferment de la pyrite, des tellurures, etc., qui compliquent l'exploitation; pour rendre celle-ci rémunératrice, il a fallu créer des procédés spéciaux et, notamment, la cyanuration, dont l'application pratique est due aux Anglo-Saxons.

Au début, les *deep levels* n'étaient guère recherchés que dans un but spéculatif. Les couches plongeaient sous un angle de 60° et semblaient donc gagner rapidement de grandes profondeurs, ce qui devait naturellement rendre l'extraction du minerai fort onéreuse. Une circonstance heureuse a modifié complètement ces prévisions : on a reconnu, en effet, que la pente de 60°, suivant laquelle les couches plongeaient, ne se poursuit que sur une longueur relativement faible et que bientôt ces

(1) D. Levat, *L'Or en Sibérie orientale*, 2 volumes, chez Rouveyre, Paris.

couches se rapprochaient de l'horizontale, de façon à ne plus présenter qu'une pente de 25 à 30° environ.

Dans ces conditions, les puits à creuser pour atteindre les gîtes aurifères ne durent avoir que 300 à 350 mètres pour ouvrir un champ nouveau à l'activité des exploitants. Ces travaux en profondeur (*deep levels*) ont eu, comme corollaire, l'adoption de nouvelles méthodes de traitement des minerais par le cyanure de potassium, l'or étant, en profondeur, entièrement combiné à la pyrite.

Je n'insisterai pas davantage sur la question de l'exploitation des filons aurifères, qui s'écarte des considérations géologiques que je dois me borner à vous présenter ici. On peut cependant, pour donner un aperçu des conditions dans lesquelles s'opère cette exploitation, dire qu'on ne descend guère au-dessous de 10 à 12 grammes à la tonne pour exploiter avec profit des quartz aurifères dans les conditions les plus favorables de prix de la main-d'œuvre et d'installations mécaniques. La teneur globale moyenne du Transvaal, en faisant entrer en ligne de compte les nombreuses mines qui ne paient pas, atteint une demi-once à la tonne, soit 15 grammes.

Les mines bien payantes du district de Coolgardie (Australie occidentale) ont une teneur extraite qui dépasse 1 once ou 30 grammes.

C'est aussi cette teneur moyenne qu'ont donnée la Californie et le Colorado dans les premiers temps de leur exploitation. Elle a beaucoup diminué depuis. La fameuse mine du Callao, au Venezuela, a dépassé 2 onces comme rendement moyen pendant tout le temps de sa splendeur.

En règle générale, on peut dire que, dans les pays neufs, il faut pouvoir compter sur une teneur moyenne de 1 once, soit 30 grammes, à la tonne de minerai, pour s'engager, avec chances de succès, dans une exploitation de filons aurifères.

On verra que des teneurs infiniment moindres suffisent pour permettre l'exploitation rémunératrice des placers ou gisements de la deuxième catégorie, dont il me reste à parler.

2° Gisements secondaires. — Placers.

A l'inverse des filons, les placers, c'est-à-dire les dépôts alluvionnaires aurifères, n'affleurent jamais et sont toujours recouverts d'une couche plus ou moins épaisse de morts-terrains, qu'il faut traverser pour atteindre la couche aurifère proprement dite.

On est guidé, pour cette recherche, par cette considération que l'or,

grâce à son poids spécifique très élevé (19.26), doit toujours se trouver dans le thalweg des alluvions, récentes ou anciennes, qui le contiennent. La destruction des gisements primitifs du métal précieux et l'entraînement par les eaux des matériaux qui en proviennent est un phénomène qui s'est produit à toutes les époques géologiques, d'où il résulte que les placers se sont constitués aussi bien aux époques antérieures au Quaternaire que pendant et après cette période, si voisine des temps actuels.

Le placer est, en résumé, une formation aurifère secondaire, résultant principalement d'érosions, et constituée par des résidus aurifères, accompagnés d'autres éléments rocheux et qui sont localisés dans le thalweg d'anciennes vallées.

De grandes différences existent entre les placers anciens, préquaternaires et les placers post-quaternaires, que nous pourrions appeler actuels. On peut noter, en effet, que le phénomène de la formation des placers se continue de nos jours, et tout le monde sait que certaines rivières charrient encore de l'or.

La situation des placers anciens est naturellement en relation avec l'orographie du sol, telle qu'elle était à l'époque où s'est formé le placer. Et cette orographie peut évidemment être très différente de celle des terrains actuels. Ainsi l'on rencontre parfois des vallées primitives perpendiculaires à la direction des lits des rivières actuelles situées à une altitude moins élevée.

Les grands placers californiens, par exemple, sont de l'époque miocène. L'orographie générale du pays était essentiellement différente, au moment de leur formation, du régime actuel des eaux, et le soin avec lequel ces riches placers ont été poursuivis, ainsi que la présence au-dessus d'un grand nombre d'entre eux d'un manteau protecteur de laves ou de basaltes, ont permis de relever, avec une très grande exactitude, les berges (*rims*) de ces anciens cours d'eau aurifères. Ils coulaient, en majeure partie, à angle droit avec les rivières actuelles, lesquelles se trouvent, par le jeu naturel des érosions, à un niveau considérablement inférieur à l'ancien thalweg. Cette circonstance spéciale a créé une situation exceptionnellement favorable, qui a permis le traitement avec des frais presque insignifiants, d'énormes cubes d'alluvions aurifères, au moyen de la seule force de l'eau sous pression, amenée parfois, à très grands frais, de lointaines montagnes, mais qui, une fois l'adduction réalisée, permet de faire l'abatage, le lavage et l'évacuation des résidus stériles (*taillings*) sans aucun frais de main-d'œuvre. Tel est le principe de la célèbre méthode hydraulique

qui a été et qui est encore classique en Californie, bien que son application soit limitée par des lois spéciales aux seuls cas où l'on peut rendre aux rivières les torrents d'eau qu'exige la méthode, débarrassés des parties boueuses qui contaminaient les cours d'eau et provoquaient des modifications désastreuses dans le régime des rivières.

Les placers anciens sont parfois recouverts de coulées volcaniques, de calottes de basalte; ces dépôts ont protégé les placers contre les dénudations et les érosions ultérieures, mais ils rendent naturellement l'exploitation plus coûteuse, puisqu'il faut commencer par enlever ou par percer la couche de lave.

Dans l'antiquité, on rencontrait en France des placers qui étaient connus des Romains. Tite-Live parle de la Gaule aurifère *(Aurea Gallica)*, et les noms de l'Ariège *(Auri-gera)* et de l'un de ses affluents, l'Auriège, rappellent ces lointains souvenirs.

Depuis longtemps déjà, l'homme a vidé tous les placers qui existaient dans les régions civilisées. On ne peut plus espérer en découvrir de nos jours que dans les contrées dont le climat rigoureux ou malsain avait jusqu'ici écarté les explorateurs. Ce n'est que dans ces pays, peu privilégiés au point de vue du climat, que l'ingénieur moderne, plus hardi, plus entreprenant et mieux outillé que ses prédécesseurs, arrive encore à découvrir le précieux métal.

En tout cas, on comprend, d'après ce que nous avons dit précédemment, que l'exploitation des placers ne peut jamais être qu'essentiellement temporaire; celle des filons, à laquelle la première conduit souvent, est seule stable ou de longue durée.

Pour terminer, nous dirons quelques mots sur les principaux procédés employés pour exploiter les gisements aurifères (1).

Le lavage des sables alluvionnaires contenant de l'or qui composent les gisements connus sous le nom générique de placers constitue la première phase de l'exploitation de l'or dans les contrées favorisées par la présence du métal précieux.

Les mots « placer » (plaisir, en espagnol) et le mot russe « pryiski » (trouvaille) désignent les placers. « Trouvaille agréable », et c'est en effet une heureuse découverte que celle de ce vil métal qui, transformé

(1) Cette dernière partie de la conférence de M. Levat constituait le commentaire d'une belle série de projections photographiques appartenant aux collections du conférencier. Elle est résumée ici au moyen du compte rendu d'une conférence faite par M. Levat, en 1898, à l'Association française pour l'avancement des sciences.

en louis, fait pour beaucoup le bonheur et pour quelques-uns aussi le malheur de la vie.

Grâce à la facilité avec laquelle l'or, dont le poids spécifique est considérable, se sépare des stériles qui l'accompagnent, on peut opérer le lavage avec les instruments maniés à la main, qu'on appelle batées. Lorsqu'on a extrait une certaine quantité de l'alluvion qu'on suppose être aurifère, on en remplit la batée et on lave au bord de la rivière en donnant à la batée un mouvement spécial de rotation et d'inclinaison. L'eau entraîne toutes les matières légères, et l'or, en raison de son poids, tombe et reste au fond de la batée. Le mineur expérimenté se rend compte à première vue du degré de richesse, de la *teneur* de l'alluvion ainsi extraite et voit si l'on peut ou non l'exploiter avec profit. C'est un procédé primitif, mais très exact.

Le procédé de lavage en grand est celui qui consiste à faire usage du « sluice », sorte de conduit en bois, pavé de « riffles » en fer, en bois ou en pierre, dont la longueur varie de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres, suivant la perfection du lavage et la topographie des lieux.

En outre du procédé de lavage soit par batées, soit au moyen de sluices, on emploie le mercure pour amalgamer l'or fin que l'on ne pourrait retenir autrement. L'or n'est pas seulement dissous par le mercure, il plonge dans celui-ci en raison de son poids spécifique plus grand, tandis que les graviers et les pierres qui le contenaient restent et flottent à la surface du mercure.

En Californie, les alluvions aurifères se trouvent à flanc de coteaux; en Sibérie, au contraire, les placers se trouvent dans le fond des vallées actuelles, au-dessous du niveau des rivières existantes. Mais le terrain est tellement recouvert de « toundra », que l'on ne peut avoir, par l'aspect de la surface, aucune indication sur les chances d'enrichissement du sol. Pour s'assurer de la présence de l'or, on est donc obligé de creuser une série de puits, dont il sera parlé tout à l'heure en donnant quelques explications sur la façon dont se font les recherches.

Comme les placers n'ont qu'une étendue et, par conséquent, une durée limitée, d'une dizaine d'années environ, il faut organiser des recherches pour la découverte des placers nouveaux que l'on exploitera quand les autres seront épuisés. Ces recherches se font de différentes façons, suivant les latitudes. En Sibérie, les travaux de recherches s'exécutent quand les rivières commencent à geler. On exécute, dans la vallée où se font ces travaux, une série de puits nommés « chourfs », que l'on creuse en suivant une ligne perpendiculaire à la direction

générale du cours d'eau. Mais ces expéditions de recherches présentent de grandes difficultés; l'exécution en est pleine de dangers de toutes sortes; elles s'exécutent sous un climat fort dur et, pour être menées à bien, doivent être préparées longtemps à l'avance. (Voir pl. II, fig. 4.)

Une fois un placer payant découvert et concédé, il s'agit de le mettre en exploitation. Pour cela, il faut construire des baraquements pour les ouvriers, des magasins pour y accumuler des vivres. Les moyens de transport dont on dispose à cet effet sont en général peu variés et quelquefois des plus primitifs. En Guyane, par exemple, les transports se font à dos d'hommes et en pirogues. Dans ces frêles embarcations, on entasse marchandises et vivres, et l'on court le risque de chavirer à chaque instant. Quelquefois on est obligé de débarquer par suite de l'impossibilité où l'on est de franchir un rapide. On porte, par terre, les marchandises en amont du saut, et l'on se rembarque aussitôt que cela peut se faire, pour recommencer au besoin un peu plus loin la même opération. (Voir pl. II, fig. 1. Voir aussi la figure 3 de la même planche, pour les conditions dans lesquelles sont établies certaines voies ferrées dans la même région et servant également au transport de l'or.)

En Sibérie, l'absence totale de routes rend les transports extrêmement difficiles et pénibles. On nomme route, en Sibérie, une piste obtenue en coupant les arbres au ras du sol, en enlevant la tourbe de manière à atteindre le sol véritable, enfin en posant sur les marécages une série de rondins jointifs disposés perpendiculairement à l'axe du chemin et reliés par deux traverses longitudinales. Le passage au trot en « tarentasse », instrument de supplice monté sur quatre roues, sur cette série ininterrompue de demi-cylindres est une véritable torture.

Les chevaux sont souvent remplacés par des rennes ou des chameaux.

Dans les contrées complètement dépourvues de chemins, on ne peut employer pour les transports que des rennes, qui sont excessivement utiles dans ce cas. Ils sont exclusivement menés par des autotchones qui connaissent parfaitement les soins à leur donner. De plus, les Européens effraient beaucoup les rennes, qui trouvent notre odeur fort désagréable. (Voir pl. II, fig. 2.)

Les chameaux dont on se sert également en Sibérie pour les transports sur les placers et qu'il semble, à première vue, étrange de trouver dans ce pays de glace, sont amenés de Mongolie par troupeaux pour faire sur les mines les transports à forfait. Ils rendent aussi de très grands services.

Tels sont, avec les bateaux à vapeur que l'on rencontre sur certains

fleuves, les moyens de transport primitifs dont on dispose en Sibérie. Ils disparaîtront, au moins en partie, quand la construction de la ligne du Transsibérien sera achevée, c'est-à-dire à très brève échéance.

L'exploitation d'un placer sibérien comprend les opérations suivantes (voir les figures 1 à 3 ci-dessous) :

L'enlèvement à la pioche et à la pelle de la couche superficielle;

L'enlèvement par tailles minces, à la pioche et à la pelle, de l'alluvion aurifère et transport par charrettes au lavoir;

Reprise des sables lavés au pied du lavoir après séparation de l'or, et transport par charrettes au tas de stérile.

ÉTAPES D'UN PLACER SIBÉRIEN

Fig. 1. Placer intact

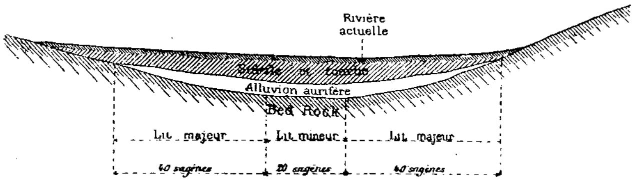


Fig 2. Placer après enlèvement du lit moyen

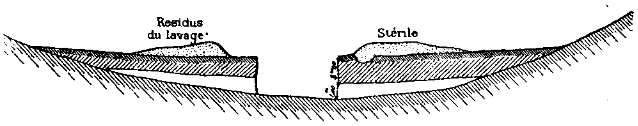
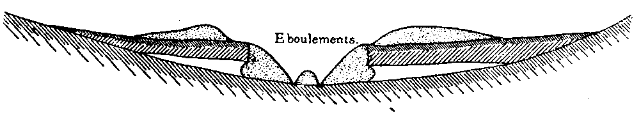


Fig. 3 Placer après travaux Staratiels



En Sibérie, tous ces terrassements s'effectuent au moyen de petites charrettes en bois attelées d'un cheval, appelées « tarataïkas ». Dans certaines exploitations plus avancées, on a remplacé l'emploi des charrettes à chevaux par celui de petits wagonnets genre Decauville, qui

sont entraînés par un câble sans fin ou guide-rope, le long d'un plan incliné au haut duquel ils mettent en tas les résidus sortant du lavoir.

Les lavoirs sont protégés par de forts barreaux pour empêcher, autant que possible, le vol de l'or. Mais, malgré toutes les précautions prises, il est impossible de l'empêcher de façon complète. On ne peut que diminuer la quantité d'or volé, qui est encore considérable. On comprend par exemple combien il est facile à l'homme préposé au sluice d'y saisir une pépite au passage et de l'avaler.

Les Américains, eux, emploient beaucoup la méthode hydraulique pour l'abatage et le lavage de leurs alluvions en Californie.

Ils construisent de grands barrages pour retenir l'eau dont ils ont besoin et l'amènent à proximité des placers au moyen de travaux d'art d'une hardiesse souvent merveilleuse et qui ont parfois une très grande importance. L'eau est amenée sous une pression considérable et projetée avec des lances, qui ont jusqu'à 30 centimètres de diamètre, appelées *géants*, contre la paroi à désagréger. Sous ces masses d'eau lancées de plusieurs points à la fois, en feux croisés, des blocs énormes d'alluvions se détachent. Le terrain s'émiette, se désagrège et les matières sont entraînées par le courant dans des conduits creusés à même dans le rocher, où l'on recueille l'or à la fin de l'opération.

Lorsque l'alluvion à exploiter se trouve au contraire au fond des rivières, on a recours, pour ce genre d'exploitation, à des appareils flottants appelés dragues. Ces dragues sont munies d'une série d'augets actionnés par une chaîne sans fin qui remontent l'alluvion aurifère et la déchargent automatiquement dans les appareils de lavage où l'or est séparé du stérile. Ce dernier est ensuite repris et rejeté derrière la drague en tas. On peut, avec de tels appareils, dont la conduite n'exige que la présence d'un petit nombre d'hommes, traiter un très grand nombre de mètres cubes de terrain.

Leur emploi, déjà courant en Amérique et en Nouvelle-Zélande, tend à se généraliser de plus en plus dans tous les pays où l'on a constaté la présence de l'or. On sent partout la nécessité qu'il y a à substituer à la main-d'œuvre des appareils mécaniques.

La Guyane française présente à ce dernier point de vue un avenir des plus brillants. Une circonstance locale des plus favorables à la réussite des dragages dans cette colonie, tient à ce fait que le fond des placers est formé d'une couche glaiseuse, blanchâtre, tout à fait tendre. Il s'ensuit que le dragage des parties inférieures de la couche aurifère, qui sont les plus riches, peut s'effectuer sans courir le risque de provo-

quer les ruptures des godets ou de la chaîne, accidents à redouter sur les « bed rocks » rocheux.

Le dragage constitue, en définitive, le dernier anneau de la chaîne ininterrompue des perfectionnements, qui va, par des gradations insensibles, de la simple batée du prospecteur nègre aux moyens mécaniques les plus perfectionnés de l'industrie moderne.

Si, en effet, nous jetons en terminant un coup d'œil d'ensemble sur l'évolution des mines d'or, nous pouvons distinguer bien nettement des phases caractérisées chacune par un appareil particulier.

Période héroïque.

La facilité avec laquelle l'or, grâce à son poids spécifique élevé, se sépare des stériles qui l'accompagnent, permet d'opérer le lavage avec les instruments les plus rudimentaires : *batée* en bois, *longtom* ou *sluice* portatif; tous ces appareils, ingénieux somme toute, qu'emploie le prospecteur d'or, il les emprunte à la forêt voisine.

Cette période qu'on peut qualifier d'héroïque, tant par les efforts que par les privations qu'elle exige de la part des aventuriers chercheurs d'or, que par les gains inespérés qu'elle procure, n'est généralement que de courte durée. Bientôt la nécessité de s'organiser, de défendre les biens acquis, conduit les exploitants à délimiter les *claims* occupés ou vacants et pousse les camps miniers à s'établir d'une façon stable. Des magasins, des cabarets, creusets auxquels vient aboutir le soir la récolte de la journée, s'élèvent comme par enchantement; l'ensemble se complète dans les pays anglo-saxons par un bureau de poste et une banque, peu après par l'église et par l'école. Cette période est de courte durée, généralement marquée par quelques trouvailles retentissantes. Celles-ci entretiennent la fièvre jusqu'au moment où les nids riches ayant été vidés, l'annonce de la découverte d'un nouveau champ aurifère amène l'exode en masse des chercheurs d'or, race toujours famélique, mais toujours pleine d'espérance, toujours à la veille, dans ses rêves d'or, du coup de fortune qui enrichit son homme en un jour.

Période rationnelle.

C'est alors qu'on entreprend sur les placers *écrémés* l'exploitation de sables plus pauvres, avec des moyens techniques moins primitifs, quoique coûteux encore. On relave les déblais des premiers prospec-

teurs, en attendant qu'une troisième couche d'exploitants, de moins en moins gourmands, vienne relaver le résidu des résidus. On voit sur les anciens placers californiens des résidus qui ont été lavés avec profit par quinze exploitants successifs, venant relaver avec patience et profit les restes de leurs prédécesseurs. Les procédés, dès ces premières reprises, sont déjà moins barbares : on ne compte plus uniquement sur la gravité pour séparer l'or de ses gangues. On s'aide du mercure pour amalgamer l'or fin que les moyens purement mécaniques seraient impuissants à retenir, à *sauver*, suivant l'expression imagée des Anglo-Saxons. Cette période, que j'appellerai rationnelle, de l'exploitation des placers, est celle qui donne à la fois les plus grandes quantités d'or et les profits les plus beaux et les plus sûrs. Le pays est déjà *dégrossi*, s'il est permis d'employer ce terme; le passage des premiers exploitants, tout en démontrant l'existence des alluvions payantes, est loin d'avoir épuisé la couche aurifère qui n'a été qu'effleurée, écrémée, par des travaux exécutés sans plan et sans méthode. La récolte est abondante et sûre.

Procédés mécaniques.

L'exploitation rationnelle des placers exclut l'emploi de la batée, qui reste le prototype, l'instrument classique des temps héroïques. On voit alors apparaître les méthodes permettant d'économiser la main-d'œuvre, tout en opérant sur des grandes masses à la fois. C'est ainsi que les Américains ont inventé la méthode hydraulique pour l'abatage et le lavage de leurs alluvions pliocènes de la Californie, accrochées sur le flanc des vallées actuelles, permettant par conséquent d'évacuer sans peine les résidus des cubes colossaux de déblais qu'ils déplacent grâce à ce procédé brutal, mais économique. A ce même ordre d'idées se rattache le dragage des placers situés en contre-bas des rivières ou des marais, qui prennent maintenant une place importante en Nouvelle-Zélande, aux États-Unis et en Guyane.

Ces diverses étapes, ces diverses méthodes sont maintenant si bien connues, si bien classées, qu'il est possible à un homme du métier, par le simple coup d'œil jeté sur une exploitation aurifère, de savoir presque exactement à quoi s'en tenir, non seulement sur la période qu'elle traverse, cela saute aux yeux, mais même d'être fixé sur sa teneur moyenne.

Tel est le tableau exact de la marche des événements dans les régions aurifères nouvelles, dans lesquelles aucun règlement, aucune loi

préexistante ne vient modifier la succession naturelle des exploitations. La Californie de 1848 à 1860, l'Australie dès 1857, la Nouvelle-Zélande plus récemment, enfin, tout à fait de nos jours, la Guyane, tous ces pays à placers ont présenté, présentent ou présenteront, sur une échelle plus ou moins vaste, le tableau que nous venons d'esquisser. D'autres pays déjà connus comme étant favorisés par l'existence de placers aurifères, notamment les régions équatoriales de l'Afrique centrale, la partie moyenne du Soudan, le Fouta-Djallon, etc., entreront bientôt en ligne de compte à leur tour.

MATÉRIAUX

DESTINÉS A

L'ÉTABLISSEMENT DE LA TOPOGRAPHIE SOUTERRAINE

DU SOUS-SOL PROFOND DE L'AGGLOMÉRATION BRUXELLOISE

Coupes et renseignements fournis par une série de sondages inédits

PAR

le baron O. VAN ERTBORN

Déjà un grand nombre de coupes de sondages, exécutés dans l'agglomération bruxelloise, ont été publiées. Nous en ajoutons dix-huit.

Ces coupes ne nous apprennent rien de bien nouveau, mais ces données seront précieuses lorsqu'un plus grand nombre encore permettra de tracer les cartes du Crétacé et du Primaire dans le sous-sol bruxellois. On pourra dresser plus tard le plan coté du Primaire, comme on a fait celui de la surface.

MM. Rutot et Van den Broeck ont déjà fait observer (1) qu'une crête du terrain cambrien court du Sud au Nord, en suivant à peu près le tracé de la Senne. Il résulte de ce fait que cette zone est très défavorablement située au point de vue de l'hydrologie souterraine. Plusieurs insuccès ont été constatés dans le voisinage des parties centrales de la grande artère du bas de la ville (Hôtel des Postes et Halles centrales).

Les parties de l'agglomération bruxelloise où les sources les plus abondantes ont été rencontrées se trouvent à Cureghem et au pied du boulevard Léopold II.

(1) SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE, t. III, p. 103.

On pourrait en augurer que la craie est continue dans cette zone, tandis qu'en beaucoup d'autres points elle ne serait plus constituée que par des lambeaux occupant des dépressions du Primaire. Ces îlots auraient ainsi échappé aux grandes dénudations qui ont si profondément entamé les couches crétacées. Au centre de la ville, on aurait peut-être obtenu de meilleurs résultats si la sonde avait pénétré à 15 ou 20 mètres dans les roches cambriennes.

SAINT-GILLES LEZ-BRUXELLES.

Grande distillerie belge, rue de Russie.

Cote 22.

1882.

			Mètres.
Remblai			4.10
Terre végétale			0.45
Quaternaire	Limon jaune	2.95	
	Silex roulés	0.50	
	Argile verdâtre plastique	1.20	
	Sable grossier jaunâtre avec gros fragments de grès tertiaires, sans mélange de silex à la base	2.80	
			7.45
Ypresien inférieur.	Argile sableuse verdâtre	4.00	
	Argile bleuâtre plastique (un petit Septaria à 18 mètres)	27.00	
			31.00
Landenien inférieur.	Sable vert fin	5.60	
	Argile à psammites glauconifères	11.70	
	Conglomérat à silex dans un limon brunâtre	0.15	
			17.45
Cambrien	Quartzite gris verdâtre et quartzite vineux	0.85	
	Phyllade brunâtre fissuré	0.75	
	Phyllade rouge (par altération)	2.57	
			4.17
	Total		64 62

Primaire à — 38.45.

Brasserie, rue de Hollande (1890).

Cote 20 (1).

			Mètres.
Remblai			0.50
Terre végétale			0.30
Quaternaire	Limon jaune sableux	3.30	
	Sable et petits cailloux	0.50	
	Sable gris grossier	2.50	
	Sable avec débris de grès tertiaires	0.35	
	Sable jaunâtre tourbeux	1.35	
	Limon jaunâtre	4.60	
			12.60
Ypresien inférieur.	Argile sableuse bleuâtre	5.35	
	Argile plastique	19.50	
	Argile sableuse verdâtre	0.50	
	Sable argileux verdâtre	0.60	
	Argile plastique	2.55	
			28.50
Landenien inférieur.	Sable vert fin	6.40	
	Argile à psammites	16.70	
			23.10
Pierre dure (silex), source			0.08
	Total		65.08

Prison cellulaire (1887).

Cote 86.91.

Terrain remanié et base du Laekenien à la cote 80			6.91
Bruxellien	Sable et rognons de grès		26.34
Ypresien	Sable jaunâtre fin	2.25	
	Sable grisâtre fin	8.50	
	Argile sableuse devenant plastique dans la zone inférieure	52.00	
			62.75
Landenien inférieur.	Sable vert	3.50	
	Argile à psammites	18.10	
	Sable argileux glauconifère	2.95	
	Sable verdâtre et silex verdis	0.20	
			24.75
Cambrien	Phyllade gris bleuâtre		6.25
	Total		127.00

Primaire à — 33.84.

(1) Cote du fond de la cave.

La brasserie a changé de propriétaire ; on y a fait un nouveau sondage, ayant percé 2 mètres de craie. Voir *Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydr.*, t. II, p. 78.

IXELLES LEZ-BRUXELLES.

Brasserie Lannoy, avenue de la Cascade (1887).

Cote 63.

			Mètres.
Remblai			0.25
Quaternaire	Limon jaune	4.15	
	Un rognon de grès tertiaire	0.20	
	Limon jaune	2.10	
	Cailloux de silex	0.15	
			6.60
Bruxellien	Sable grossier et rognons de grès		8.55
Ypresien supérieur.	Sable fin grisâtre	10.60	
	Sable brunâtre	0.25	
			10.85
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	24.15	
	Argile plastique	7.35	
	Argile sableuse	6.00	
	Argile plastique	3.60	
	Argile sableuse	2.10	
	Argile plastique	4.20	
	Argile sableuse	2.30	
	Argile plastique	1.10	
			50.80
Landenien inférieur.	Sable vert	3.85	
	Argile à psammites	26.10	
	Silex verdis	0.15	
			30.10
Cambrien	Phyllade gris jaunâtre		6.50
	TOTAL		113.65

Primaire — 44.20.

CUREGHEM LEZ-BRUXELLES.

Société Anglo-Belge, rue Bara, 76 (1888).

Cote 19.

Quaternaire	Limon jaune	6.00	
	Sable grisâtre avec beaucoup de cailloux à la base	7.75	
	Argile sableuse bleuâtre	3.15	
	Sable grossier et rognons de grès tertiaires.	1.85	
			18.75

			Mètres.
	Report		18.75
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	1.60	
	Argile bleuâtre plastique	4.95	
	Argile sableuse	6.90	
			13.45
Landenien inférieur.	Sable vert fin	14.20	
	Argile à psammites	20.60	
	Silex verdis	0.15	
			34.95
Senonien	Craie blanche et silex		2.55
Cambrien	Phyllades altérés (source très abondante)		0.59
	Total		70.29

Primaire à — 50.70.

Usine de Lom de Berg, rue des Goujons (1885).

2d puits (1). — *Cote 18.*

Remblai			1.00
Moderne	Limon sableux	2.50	
	Sable argileux, tourbeux à la base	7.10	
			9.60
Quaternaire	Sable grisâtre	0.30	
	Le même avec cailloux, dont quelques-uns très gros, de roches cambriennes	2.30	
			2.60
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	4.70	
	Argile plastique	24.10	
			28.80
Landenien inférieur.	Sable vert	1.60	
	Argile sableuse	5.40	
	Argile à psammites (2)	16.00	
	Sable vert glauconifère	0.13	
	Silex verdis (source)	0.31	
			23.44
Senonien	Craie blanche et silex (source dans la craie à 64m,32)		4.54
Cambrien	Débris de phyllades roulés	0.28	
	Phyllades plus ou moins altérés, avec quartz cristallisé	4.93	
			5.21
	Total		75.19

Primaire à — 52.00.

On puise 500 litres à la minute.

(1) Pour le premier puits, voir *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. V, 1877-78, p. 78, *Mém.*
(2) A 57m,60, une petite source dans un psammite fissuré.

Manufacture de bougies de la Cour, chaussée de Mons.

Cote 18.

Un premier puits fut foré en 1870 dans cet établissement industriel; la coupe en a été publiée dans l'*Explication de la feuille de Bruxelles*, page 151. Un second puits fut foré en 1895, à quelques mètres du premier. Les coupes sont identiques, nous les résumons ici. Le second forage a pénétré à quelques décimètres dans les phyllades.

	Mètres.
Remblai	1.50
Alluvions modernes et anciennes	12.00
Ypresien inférieur	26.50
Landenien inférieur	24.65
Senonien	8.35
Cambrien	0.40
TOTAL	73.40

Primaire à — 55.40

On puise dans le second puits de 50 à 60 000 litres à l'heure.

Nouvel abattoir (1889).

Cote 17.

			Mètres.
Terre végétale			0.35
Moderne	Limon jaune	0.60	
	Limon sableux	0.65	
	Argile bleuâtre	2.05	
	Tourbe	0.90	
	Sable tourbeux	2.90	
	Sable grossier	0.60	
	Cailloux	0.30	
			8.00
Quaternaire	Sable grisâtre grossier	1.75	
	Débris de roches et cailloux	0.20	
	Sable grisâtre grossier	0.60	
			2.55
Ypresien inférieur	Argile sableuse	6.70	
	Argile plastique	15.75	
	Argile très dure	9.50	
			31.95
	A REPORTER		42.85

			Mètres.
	REPORT.		42.85
Landenien inférieur.	Sable vert fin	8.15	
	Argile à psammites	13.95	
	Silex verdis (source).	0.20	
			22.30
Senonien	Craie blanche et silex		6.90
Cambrien.	Phyllades très durs	13.45	
	Phyllades fendillés (très forte source) . .	1.40	
	Phyllades très durs	3.10	
			17.95
	TOTAL.		90.00

Primaire à — 55.05.

Manufacture de feutres et chapeaux, chaussée de Mons, 184 (1884).

Cote 18.

Remblai			1.50
Moderne	Limon jaunâtre		6.50
Quaternaire . . .	Sable grossier avec cailloux à la base . .		6.80
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	7 90	
	Argile plastique	17.30	
			25.20
Landenien inférieur.	Sable vert fin	2.00	
	Argile à psammites (à 58m,80 psammite fissuré et forte source)	23.96	
	Silex verdis (source).	0.24	
			26.20
Senonien	Craie blanche.	5.80	
	Cailloux de roches primaires	0.30	
			6.10
Cambrien.	Phyllade		0.08
	TOTAL.		72.38

Primaire à — 54.30.

BRUXELLES.

Hôtel des Téléphones, rue de la Paille (1896).

Cote 40 environ.

			Mètres.
Anciennes fondations			5.85
Sable mouvant			5.65
Argile sableuse			3.15
Ypresien supérieur.	Alternances de minces couches d'argile et de sable fin		5.35
Ypresien inférieur.	Argile sableuse bleuâtre	17.40	
	Argile plastique	4.60	
	Argile sableuse	2.00	
	Argile plastique	8.80	
	Argile sableuse	0.95	
	Argile plastique	6.35	
			40.10
Landenien inférieur.	Sable vert	3.65	
	Argile à psammites	28.05	
			31.70
Senonien	Craie blanche et silex	5.00	
	Sable verdâtre avec débris de phyllades	0.20	
			5.20
Cambrien	Phyllade (fissures-source)		2.00
	Total		99 00

Primaire à — 57.

Halles centrales (1) (1890).

Cote 18.

Profondeur de la cave et épaisseur du radier			10.50
Quaternaire	Sable gris grossier et cailloux		2.80
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	4.90	
	Argile plastique	13.40	
	Argile sableuse	8.60	
			26.90
	A reporter		40.20

(1) Voir *Annales de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* t. III, pp. 100 et suivantes les coupes des puits artésiens du Grand Hôtel et de l'Hôtel des Postes. La base du Landenien s'y trouve à la cote — 44 environ; on a eu de la craie au sondage du Grand Hôtel.

			Mètres.
	REPORT.		40.20
Landenien inférieur.	Sable vert	8.00	
	Argile sableuse	1.95	
	Argile à psammites	9.75	
	Silex verdis.	0.20	
			19.90
Cambrien.	Phyllade bleuâtre dur		1.38
	TOTAL.		61.48

Primaire à — 42.10.

MOLENBEEK-SAINT-JEAN.

Établissements de MM. Delhaize frères, rue d'Osseghem
(contre la gare de Bruxelles-Ouest) (1897).

Cote du rail 55.

Remblai			0.90
Quaternaire . . .	Limon sableux jaunâtre	10.25	
	Limon rougeâtre	1.10	
	Sable argileux verdâtre et cailloux . . .	0.35	
	Limon sableux veiné de rouge	2.15	
	Limon grisâtre	0.55	
	Sable verdâtre	0.60	
	Limon bleuâtre	3.25	
	Tourbe compacte	3.30	
	Sable argileux, avec rognons de grès tertiaires remaniés et cailloux de silex vers la base.	6.15	
	Sable verdâtre argileux	2.25	
			29.95
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	7.65	
	Argile plastique, quelques pyrites. . . .	4.65	
	Argile sableuse	1.35	
	Argile bleuâtre plastique	0.90	
	La même, très dure	4.95	
	Argile légèrement sableuse, quelques pyrites	17.75	
			37.25
	A REPORTER.		68.10

			Mètres.
	Report.		68.10
Landenien inférieur.	Sable vert.	6.40	
	Argile dure	2.00	
	Argile à psammites (renfermant 11 psammites, dont quelques-uns relativement très durs. Épaisseur totale : 2m,55). . .	10.25	
	Argile sableuse	1.55	
	Silex verdis.	0.20	
			20.40
Senonien.	Craie grisâtre et silex, dont un de 0m,10 et un de 0m,20; la craie est relativement dure		9.70
Cambrien.	Phyllades jaunâtres avec quartz cristallisé.	0.95	
	Phyllades rougeâtres.	0.45	
	Phyllades jaunâtres	0.85	
	Phyllades gris bleuâtre avec filon de quartz et de chalcopyrite.	20.75	
	(Le débit du puits n'étant que de 3 à 4^{m3} à l'heure, il fut approfondi en 1899 de 36^{m} et le débit s'éleva de 10^{m3} à l'heure).		
	Phyllades gris bleuâtre.	36.00	
			59.00
	Total.		157.20

Primaire à — 63.20.

L'eau est d'une pureté remarquable.

Un forage exécuté, il y a vingt-cinq ans, à 200 mètres au Sud de ce point, près du château d'eau de la gare, avait donné la coupe suivante :

Cote du rail 35.

	Mètres.
Puits ordinaire 19^{m} et pierres au fonds dudit puits. .	21.00
Sable gris grossier	2.00
Argile ypresienne	44.00
Sable vert et argile à psammites (Land)	36.00
Craie senonienne	7.00
Phyllade	0.50
Total.	110.50

Primaire à — 75?

On remarquera que la base de l'Ypresien se trouve respectivement à 67 et à 68^{m},10 sous le sol, ce qui indique un relèvement kilométrique de 5^{m},50 vers le Sud. Le Landenien inférieur aurait 36 mètres au lieu

de 20m,40. Cette anomalie est assez remarquable, mais elle n'est pas impossible, car à la brasserie Van den Heuvel, située à 600 mètres au Sud, cote 35.67, la base de l'Ypresien se trouve à 44m,50 sous le sol et le Primaire à — 45.73 (1). La surface du Primaire présenterait donc quelques irrégularités dans cette zone. Le relèvement de la base de l'Ypresien est considérable; l'ensemble des couches présente donc quelque chose d'anormal dans les environs de la gare de Bruxelles-Ouest. Aux établissements Delhaize, les dépôts quaternaires atteignent près de 30 mètres, tandis qu'à la brasserie de Koekelberg, située à peu près au même niveau et à 1,000 mètres au N.-N.-E., ils sont réduits à 0m,70 (2). Il est vrai que la brasserie se trouve sur le Plateau et que les établissements Delhaize dominent le petit vallon du Molenbeek. C'est à ce maigre cours d'eau qu'il faudrait attribuer ces affouillements et les apports considérables de dépôts quaternaires percés en ce point.

Raffinerie Van Goethem, rue du Ruisseau (1888).

Cote 18.

			Mètres.
Remblai			2.60
Quaternaire	Limon jaune	4.40	
	Limon sableux	3.00	
	Sable grisâtre grossier, avec cailloux à la base	1.80	
	Sable grossier verdâtre	0.30	
			9.50
Ypresien inférieur	Argile sableuse	8.40	
	Argile plastique	25.50	
	Argile sableuse	9.60	
			43 50
Landenien inférieur	Sable vert	6.10	
	Argile à psammites	18.00	
			24.10
Senonien	Craie blanche et silex		10.75
Cambrien	Phyllade		0.75
	TOTAL		91.20

Primaire à — 72.45.

Source très abondante dans la craie.

(1) Voir la coupe de ce puits dans le *Bulletin de la Société*, t. VIII, *Pr.-Verb.*, février 1894.

(2) Dans les fouilles, le sable Ypresien supérieur était visible dans les meilleures conditions.

Établissement Dewaele, boulevard Léopold II (1889).

Cote 16.

			Mètres.
Remblai			1.50
Quaternaire	Limon jaune	1.40	
	Limon brunâtre	3.10	
	Sable grisâtre grossier	3.60	
	Cailloux	0.15	
	Sable grisâtre grossier	2.75	
	Débris de grès et cailloux	0.35	
	Sable grisâtre grossier	0.75	
			12.10
Ypresien inférieur.	Argile sableuse	13.90	
	Argile plastique	26.90	
			40.80
Landenien inférieur.	Sable vert	6.85	
	Argile sableuse	1.95	
	Argile à psammites	16.10	
	Silex verdis	0.15	
			25.05
Senonien	Craie blanche et silex		11.55
Cambrien	Phyllade		0.60
	Total		91.60

Primaire à — 75.

Source très abondante dans la craie.

Brasserie de Koekelberg.

Premier puits (1887).

Cote 35.72.

	Mètres.
Ypresien supérieur	28.00
Ypresien inférieur	47.00
Landenien inférieur	26.00
Senonien (craie et silex)	1.60
Phyllades	18.60
Total	121.20

Primaire à — 66.88.

P. S. — Ce sondage fut fait dans une fouille à 4 mètres environ en contre-bas de la cour. Il ne diffère du second que par l'épaisseur de la craie, qui n'est ici que de 1^m,60, alors qu'au second puits on en a eu

4m,20. Les sondages ne sont distants que d'une quarantaine de mètres. L'épaisseur du Senonien varie donc à très courte distance et dépend des irrégularités de surface des roches primaires.

Second puits (1889).

Niveau de la cour couverte + 59.52.

		Mètres.	
Quaternaire	Limon jaune	0.70	
	Cailloux	0.10	
			0.80
Ypresien	Sable ypresien bien caractérisé, passant au sable argileux avec minces couches d'argile, présentant entre 13 et 15 mètres quelques traces d'altération. La limite des assises supérieure et inférieure est fort difficile à indiquer		29.70
	Argile bleuâtre sableuse	19.80	
	Argile plastique	28.20	
			48.00
Landenien inférieur.	Sable vert	8.73	
	Argile à psammites	17.57	
			26.30
Senonien	Craie blanche		4.20
Cambrien	Phyllade	8.60	
	Filon de quartz cristallisé (source)	0.55	
	Phyllade	0.65	
	Filon de quartz cristallisé	2.80	
	Phyllade rougeâtre	0.80	
	Phyllade gris bleuâtre	3.40	
	Phyllade avec chalcopyrite	0.40	
	Phyllade gris bleuâtre	3.90	
			21.10
	TOTAL		130.10

Primaire à — 69.48.

Construction industrielle, 84, chaussée d'Anvers (1885).

Cote 17.

Remblai			1.50
Moderne	Limon brunâtre	1.80	
	Sable grisâtre	5.75	
	Cailloux		
			7.55
	A REPORTER		9.05

			Mètres.
	Report.		9.05
Quaternaire . . .	Sable grisâtre avec débris de grès à la base	5.50	
	Sable argileux grisâtre.	2.00	
			7.50
Ypresien inférieur.	Argile brunâtre		44.00
Landenien inférieur.	Argile à psammites	14.15	
	Silex verdis.	0.15	
			14 30
Senonien	Craie blanche et silex (source dans les fissures de la craie)		15.40
Cambrien.	Phyllade verdâtre		0.20
	Total.		90.45

Primaire à — 73.25.

ALLURE GÉNÉRALE

DU

CRÉTACIQUE DANS LE NORD DE LA BELGIQUE

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

PLANCHES III

Plusieurs géologues ont étudié l'allure générale des couches en Belgique, entre autres notre honorable Président. Dans le tome I du BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE, il a publié, en 1887, une notice des plus intéressantes, intitulée : *Détermination de l'allure souterraine des couches formant le sous-sol des Flandres entre Bruxelles et Ostende,* suivie d'une autre sur l'*Allure souterraine des couches entre la Lys et la Senne.*

En 1888, M. Renier-Malherbe publia, dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE (1), une *Étude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Quest de la province de Liége.*

Le travail le plus complet fut présenté par M. Forir à la séance du 18 juin 1899 de la SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE (2). Il est intitulé : *Le relief des formations primaires dans la basse et la moyenne Belgique et dans le Nord de la France et les conséquences qu'on peut en tirer.* L'auteur a ajouté un tableau indiquant cent quatre-vingt-seize points, dont quelques-uns situés dans le Limbourg hollandais; son travail est accompagné d'un plan-carte coté.

(1) T. XVI, pp. 33 et suivantes.
(2) T. XXVI, pp. 130 et suivantes.

Nous nous sommes occupé des mêmes questions (1).

Depuis lors des lacunes considérables ont été comblées; le sondage de Beernem peut être cité en toute première ligne. Celui de Malines, quoique n'ayant donné rien de précis pour les couches tertiaires, nous a renseigné d'une manière précise sur les niveaux occupés par le Crétacique et par le Primaire. Les sondages de Lanaeken et d'Eelen nous ont aussi fourni quelques données précieuses; le premier sur les niveaux occupés par le Primaire et par la base du Crétacique et le second sur le niveau de cette même base, à l'extrémité Nord-Est du pays.

Nous pouvons donc reprendre aujourd'hui, avec beaucoup plus de fruit, l'étude de l'allure du Crétacique dans le Nord de la Belgique. Des faits nouveaux, espérons-le, viendront s'ajouter à ceux déjà connus, et l'on pourra corriger ce qui aujourd'hui n'est qu'une ébauche.

Quelques mots d'abord sur l'allure du Primaire dans la partie orientale extrême du Limbourg et dans la région septentrionale du pays.

Allure du Primaire dans la vallée de la Meuse de Visé a Maeseyck.

Dans son très intéressant Mémoire intitulé : *Le relief des formations primaires dans la basse et moyenne Belgique, etc.*, M. Forir indique le Primaire à Visé à la cote + 100 et, à la limite Sud de la ville de Maestricht, à la cote — 100.

La distance qui sépare ces deux localités étant de 14 kilomètres, la pente kilométrique vers le Nord est de $14^{m},3$.

A Lanaeken, le Houiller a été atteint à la cote — 219. A Eelen, comme nous le verrons plus loin, le Primaire aurait été atteint à la cote — 610, ou ne l'aurait pas été à — 850, si les roches rouges signalées sont d'âge triasique. En tout cas, ces deux sondages permettent de constater qu'il n'y aucun relèvement des roches primaires dans cette région, mais au contraire une inflexion vers le Nord, plus accentuée que partout ailleurs.

Il est donc certain que plus l'inflexion du Primaire est rapide, plus

(1) *De l'allure générale du Crétacé, etc.* (Soc. géol. de Belgique, t. XXVI, *Bull*.). — *Allure générale des grands bancs d'argile* (Soc. roy. malac. de Belgique, 1898, t. XXXIII). — *Observations sur l'allure probable de l'argile rupelienne, etc.* (Ibid., t. XXXIII). — *Allure générale du Rupelien* (Ibid., t. XXXIV).

la pente des couches tertiaires est forte. Il est plus que probable que l'inflexion plus accentuée de la base de l'argile rupelienne de — 100 à — 200 correspond à une allure semblable des roches primaires sous-jacentes.

Il est bien établi que dans le Nord du pays toutes les couches plongent vers le Nord ou vers le Nord-Nord-Est. Il y a donc lieu de comparer les points situés sous le même parallèle. Nous citons ici quelques points principaux :

Ostende.	lat. 51°13'48"	Primaire à	— 293.75
Beernem	51°07'45"	Id.	— 219.37
Gand, rue Charles-Quint	51°03'12"	Id.	— 217.00
Malines, arsenal	51°02'07"	Id.	— 212.70
Nieuwerkerke, ch. de Nieuwenhoven	50°51'26"	Id.	— 164.50
Lanaeken	50°54'00"	Id.	— 229.00
Eelen	51°04'00"	Minimum	— 610.00

Rappelons qu'Ostende se trouve sous le parallèle d'Anvers, 51°13'17", et que selon toutes probabilités le Primaire doit se trouver au moins de 450 à 500 mètres sous le sol de cette dernière ville.

De Beernem à Gand et Malines, le niveau du Primaire est constant avec une légère inflexion vers l'Est. En continuant à suivre le parallèle de 51°1', nous atteignons la Meuse à 13 kilomètres au Nord de Lanaeken et à 7 kilomètres seulement au Sud d'Eelen. La pente kilométrique du Primaire, de Lanaeken à Eelen, étant de 20 mètres au moins, il doit se trouver sous le parallèle de 51°1' à — 229 + 13 × 20.6, soit à la cote — 496.8, et à Eelen, qui se trouve à peu près sous le parallèle de Gand, rue Charles-Quint, à la cote — 610, soit trois fois plus bas environ qu'à Gand.

Si nous traversons ensuite la Meuse, nous voyons, il est vrai, le Houiller plonger vers le Nord-Est, tout en se maintenant à un niveau bien supérieur à celui qu'il occupe sur la rive gauche du fleuve.

La ligne Lanaeken-Eelen suit donc une profonde dépression du Primaire. Cette fosse, par un enfoncement progressif, a-t-elle amené les anciennes eaux marines à la suivre? On ne saurait le dire. Contentons-nous de signaler le fait.

Quelques mots à présent au sujet des terrains tertiaires.

En suivant la vallée de la Senne à partir de Bruxelles, on voit successivement, en se dirigeant vers le Nord, affleurer en sous-sol, l'Ypresien, le Bruxellien, le Laekenien, le Ledien, le Wemmelien, l'Asschien,

le Rupelien inférieur, puis, sur la rive droite du Rupel, le Rupelien supérieur, le Bolderien, le Diestien, le Scaldisien, le Poederlien et le Moséen à la limite septentrionale du pays.

Partant d'Ostende et se dirigeant de l'Ouest à l'Est, on arrive à la Meuse en suivant à peu près la même série de couches, de plus en plus récentes, pour finir sur le Moséen. Toutefois le développement de la ligne Ouest-Est est trois fois plus considérable que celui de la ligne Nord-Sud.

Ces dissertations nous ont un peu éloigné de notre sujet. Revenons à l'allure générale du Crétacé.

Nous avons dressé le tableau suivant, basé sur vingt-sept sondages, sans compter ceux de Lanaeken et d'Eelen, sur lesquels on n'a que peu de détails suffisamment précis. Les observations portent sur 2°48′ de longitude, soit sur près de 200 kilomètres.

LOCALITÉS.	Coordonnées géographiques des sondages. (Méridien de Bruxelles.)		CRÉTACIQUE		PUISSANCE.
	Long.	Lat.	de	à	
Ostende-Ville	1°27′12″ W.	51°13′48″	— 201.55	— 293.75	92.20
Roulers	1°15′00″ W.	50°56′42″	— 139.00	— 152.70	13.70
Beernem, château de Bulscamp . .	1°04′45″ W.	51°07′45″	— 188.97	— 219 37	30.40
Gand-Ville	0°38′23″ W.	51°02′14″	— 180.15	— 196.37	16.22
Gand, rue Charles-Quint	0°38′10″ W.	51°03′12″	— 187.00	— 217.00	30.00
Wetteren.	0°29′00″ W.	51°00′28″	— 165.00	»	15.00 non percé
Alost, place Impériale .	0°20′00″ W.	50°56′12″	— 124.15	— 130.50	6.35
Denderleeuw-Station .	0°18′00″ W.	50°53′42″	— 100.90	— 104.60	3.70
Vilvorde-Ville.	0°03′30″ E.	50°55′40″	— 118.35	»	40.00 non percé
Vilvorde, brasserie . .	0°03′50″ E.	50°55′30″	— 118.00	»	29.86 non percé
Malines, arsenal . .	0°07′00″ E.	51°01′07″	— 208.20	— 212.70	4.50
Louvain, brasserie . .	0°19′30″ E.	50°53′00″	— 90.57	— 132.60	42.03
Louvain, Dyle et Bacalan	0°20′30″ E.	50°53′12″	— 94.16	— 140.69	46.53
Louvain, atelier central	0°21′06″ E.	50°52′55″	— 94 08	— 136.58	42.50
Kessel-Loo, château . .	0°21′50″ E.	50°53′27″	— 99.06	»	16.00 non percé

LOCALITÉS.	Coordonnées géographiques des sondages. (Méridien de Bruxelles.)		Crétacique		Puissance.
	Long.	Lat.	de	à	
Tirlemont, sucrerie Van den Bossche . . .	0°34'00" E.	50°48'44"	— 33.55	»	»
Tirlemont, puits communal	0°34'00" E.	50°48'10"	— 21.40	»	»
Wamont, sucrerie. . .	0°42'00" E.	50°43'46"	+ 41.10	+ 7.86	33.24
Léau, hôpital	0°44'00" E.	50°50'03"	— 13.00	»	10.00 non percé
Gingelom, sucrerie . .	0°45'30" E.	50°44'16"	+ 40.00	— *20.00?*	20.00 non percé
Rosoux-Goyer, sucrerie.	0°49'10" E.	50°43'28"	+ 75.00	»	32.00 non percé
Nieuwerkerke, château de Nieuwenhoven .	0°50'23" E.	50°51'26"	— 54.40	— 164.50	110.10
Kermpt, distillerie . .	0°54'13" E.	58°56'20"	— 138.90	»	»
Hasselt-Station . . .	0°57'48" E.	50°55'50"	— 124.00	»	»
Gors-op-Leeuw, place Communale	1°01'40" E.	50°49'28"	+ 6.20	»	15.00 non percé
Diepenbeek	1°03'00" E.	50°54'30"	— 98.00	»	»
Tongres, près la station.	1°06'30" E.	50°47'00"	+ 43.00	»	»
Lanaeken	1°18'00" E.	50°54'00"	— 3.00	— 219.00	216.00
Eelen	1°22'00" E.	51°04'20"	»	— 650.00	»

De ce premier tableau, nous avons déduit le second, qui nous permet de suivre, à partir d'Ostende, le plafond du Crétacique à la cote — 200.

Dans la première colonne, nous donnons la latitude du point; dans la seconde, le niveau constaté; dans la troisième, la pente kilométrique vers le Nord; enfin, dans la quatrième, le point où passe la ligne de cote — 200.

On remarquera que cette ligne s'infléchit légèrement vers le Sud d'Ostende à Gand, par Beernem, pour suivre à peu près le parallèle de 51°, en se relevant peut-être légèrement vers le Nord dans la partie orientale du pays.

Dans cette région de Lanaeken à Eelen, la base du Crétacique descend de — 219 à — 610, à raison de 20 mètres par kilomètre. En admettant 17 mètres pour l'inflexion du toit, celui-ci serait à Eelen

à la cote — 326, et il resterait 363 mètres pour les dépôts tertiaires et quaternaires.

Cette épaisseur est probablement la plus forte constatée en Belgique jusqu'à présent, car le sondage d'Aertselaer, qui n'a pas percé entièrement l'Ypresien, n'a atteint que la profondeur de 250 mètres.

Toit du Crétacique à — 200.

LOCALITÉS.	LATITUDE.	NIVEAU constaté.	PENTE kilométrique probable.	CRÉTACIQUE à — 200.
Ostende.	51°13'48"	— 201.55	2m0	51°13'32"
Beernem	51°07'45"	— 188.97	3.0	51°09'55"
Gand, rue Charles-Quint . . .	51°03'12"	— 187.00	4.0	51°04'52"
Wetteren	51°00'28"	— 165.00	5.0	51°04'07"
Alost	50°56'52"	— 124.15	6.0	51°03'32"
Malines.	51°01'07"	— 208.70	10.0	51°00'41"
Louvain, Kessel-Loo	50°53'20"	— 99.60	12.0	50°57'50"
Kermpt	50°56'20"	— 138.90	15.0	50°58'30"
Hasselt	50°55'50"	— 124.00	15.0	50°58'28"
Diepenbeek	50°54'30"	— 98.00	15.0	50°58'02"
Lanaeken.	50°54'00"	+ 3.00	17.0	51°00'00"

A Gand, la pente kilométrique est déduite des deux sondages situés à très peu près sous le même méridien, soit 4 mètres par kilomètre.

De Vilvorde à Malines, elle est de 10 mètres.

La distance de Gand à Malines étant de 50 kilomètres environ, nous en déduisons proportionnellement 5 mètres sous le méridien de Wetteren et 6 mètres sous celui d'Alost.

A Louvain, elle est de 12 mètres (1).

La pente sous le méridien de Hasselt est déduite des trois puits Hasselt-Kermpt-Diepenbeek.

(1) O. BIHET, *Note sur le puits artésien creusé aux ateliers du Grand-Central à Louvain.*

Toit du Crétacique à — 100.

La ligne de cote — 100 suit à peu près le parallèle de 50°54'. Elle passe

A Courtrai	50°49'42"	— 100.00
A Denderleeuw.	50°53'42"	— 100.90
A 1800 mètres au Sud de Vilvorde . . .	50°54'40"	»
Au château de Kessel-Loo	50°53'20"	— 99.60
A Diepenbeek	50°54'30"	— 98.00

Son développement connu est donc de 154 kilomètres.

Toit du Crétacique à 0.

Le toit du Crétacique à la cote 0 court d'un point situé à 1 kilomètre environ au Sud de Léau, à 500 mètres au Nord de Gors-op-Leeuw, pour aboutir à Lanaeken (cote — 3).

Cette ligne, d'un développement de 40 kilomètres environ, fait, de Léau à Gors-op-Leeuw, un angle avec le méridien d'environ 95° et se relève ensuite vers l'Est en faisant avec le méridien un angle de 115°.

Toit du Crétacique à la cote + 40.

Le toit du Crétacique à la cote + 40 suit, dans le Limbourg, une ligne droite se relevant légèrement vers l'Est-Nord-Est, en faisant avec le méridien un angle de 100°.

Il se trouve

A Wamont	à la cote	+ 41.10
A Gingelom	id.	+ 40.00
A Tongres.	id.	+ 43.00

Cette ligne a 30 kilomètres de longueur.

Telles sont les données que nous avons pu tirer de coupes absolument certaines. Il nous reste à dire quelques mots des sondages de Lanaeken et d'Eelen. Nous donnerons ensuite des détails au sujet de quelques-uns des forages qui nous ont permis de dresser les lignes de cotes.

Sondage de Lanaeken.

Le sondage de Lanaeken fut entrepris pour recherche de houille.

La coupe en fut publiée par M. Ed. Fineuse (1).

Cette coupe a été reproduite dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXVI, 1898-1899, p. 160. Dans le même volume (p. 30), M. Forir (*Le relief des formations primaires, etc.*) indique dans le tableau, page 134, sous le n° 18, Lanaeken, les différentes couches comme suit :

Maestrichtien	—	3 ? (2)
Senonien	—	87 ?
Houiller.	—	219
Calcaire carbonifère	—	223

On assure qu'en ce point, le Tongrien repose directement sur le Maestrichtien, ce qui s'observe fréquemment dans cette région.

Sondage de Lanaeken. (Coupe de M. *Fineuse.*)

NATURE DES COUCHES RENCONTRÉES.	Épaisseur.	Profondeur.	COTE de	COTE à
Limon argileux sableux.	1.00	»	50.00	49.00
Graviers avec gros blocs à la base . .	9.50	10.50	49.00	39.50
Argile jaune avec graviers purs	0.50	11.00	39.50	39.00
Sable argileux vert foncé	5.00	16.00	39.00	34.00
Sable argileux vert.	23.00	39.00	34.00	11.00
Argile rougeâtre grasse	3.00	42.00	11.00	8.00
Argile rougeâtre plastique.	4.00	46.00	8.00	4.00
Sable argileux gris	2.50	48.50	4.00	1.50
Argile brune plastique	7.50	56.00	1.50	— 6.00
Marne grise sableuse avec bancs de calcaire gris	6.00	62.00	— 6.00	— 12.00

(1) *Rapport sur le sondage de Lanaeken* (ANN. DES MINES, 1899, t. IV, livr. 2, pp. 369-370).

(2) Il peut y avoir une variante de 2 à 3 mètres pour le niveau du toit du Crétacé; c'est ce qui provoque une légère divergence entre les divers chiffres Forir et Fineuse.

NATURE DES COUCHES RENCONTRÉES.	Épaisseur.	Profondeur.	COTE de	COTE à
Marne blanche sableuse.	7.20	69.20	— 12.00	— 19.20
Sable argileux gris	0.70	69.90	— 19.20	— 19.90
Marne blanche.	4.00	73.90	— 19.90	— 23.90
Sable calcareux gris	0.50	74.40	— 23.90	— 24.40
Marne argileuse et sableuse à silex gris.	41.10	115.50	— 24.40	— 65.50
Marne sableuse à silex noirs.	4.50	120.00	— 65.50	— 70.00
Marne sableuse à bancs de calcaire . .	20.00	140.00	— 70.00	— 90.00
Marne sableuse grise et calcareuse . .	22.00	162.00	— 90.00	— 112.00
Sable calcareux très dur	26.00	188.00	— 112.00	— 138.00
Argile calcareuse marneuse	21.00	209.00	— 138.00	— 159.00
Calcaire bleuâtre avec bancs d'argile grasse	15.60	224.60	— 159.00	— 174.60
Calcaire bleu verdâtre avec bancs d'argile grasse, plus dur que le précédent.	31.00	255.60	— 174.60	— 205.60
Sable marneux verdâtre, renfermant du charbon de bois	9.40	265.00	— 205.60	— 215.00
Sable marneux verdâtre, argileux, contenant des pyrites	6.60	271.60	— 215.00	— 221.60
Banc de pyrites	0.70	272.30	— 221.60	— 222.30
Schiste bitumineux avec bancs de phtanites. (L'eau de ce schiste remonte chargée d'une substance huileuse.) .	5.70	278.00	— 222.30	— 228.00
Calcaire.	0.50	»	— 228.00	— 228.50

A 255^m,60, on a atteint une source jaillissante un peu salée, pression $^1/_2$ atmosphère, volume peu important.

Sondage d'Eelen, près Maeseyck.

Ce sondage, comme celui de Lanaeken, fut entrepris pour recherche de houille. Un mystère profond plane sur la nature des couches traversées.

Les uns assurent qu'aucune série d'échantillons n'a été recueillie;

d'autres qu'il y en a une conservée sous scellés. Espérons que ce forage de 888 mètres ne sera pas perdu pour la science. On aurait eu, d'après les uns, 200 mètres de Moséen, chiffre exagéré d'après les autres. La partie inférieure des sables serait le sable blanc aquitanien à lignite comme dans le Nord de l'Allemagne. On dit aussi que l'argile rupelienne aurait été atteinte à 250 mètres et que l'on aurait traversé de la craie grossière et les sables d'Aix-la-Chapelle. A la cote — 610, on atteignit une roche rouge, ou gris rosé, un peu micacée, à grains fins, parfois calcarifère, ressemblant au Triasique. Cette formation n'était pas percée à la cote — 850.

Toutefois l'existence du Triasique (1) serait assez extraordinaire en ce point. Étant donné ce qui est connu dans le Limbourg hollandais, on serait porté à croire que les grès rouges ou, plus exactement, les psammites micacés et les schistes rouges appartiendraient au Primaire et seraient vraisemblablement les roches devoniennes rouges de Mazy du bord Nord du bassin de Namur.

En tout cas, un fait reste acquis pour la question qui nous occupe, la base du Crétacique se trouve à la cote — 610, tandis qu'à Lanaeken elle est à la cote — 219. La distance étant de 19 kilomètres, la pente kilométrique vers le Nord est de $20^{m},6$.

OSTENDE.

Puits artésien de la ville.

Angle Nord-Ouest du Parc.

Une première coupe de ce puits fut publiée sous forme de planche dans les *Bulletins de la Société paléontologique de Belgique,* qui ont cessé de paraître en 1865. On y voit : craie blanche de 208 mètres à 272 mètres, puis marne ou craie gris verdâtre de 272 mètres à $274^{m},20$.

(1) Si les roches rouges appartiennent au Triasique, il est probable qu'elles se relient par le Nord aux couches rencontrées à Delden, au château du baron van Heeckeren van Wassenaar, dans l'Overyssel.

M. Lorié nous écrit que ce sondage a atteint 560 mètres de profondeur Il a été décrit sommairement dans l'*Album der Natuur*. La roche supposée triasique ou dyassique est de l'anhydrite et du sel gemme. Elle se trouve entre 460 et 550 mètres de profondeur Au-dessus et au-dessous, on n'a eu que des argiles, point de grès.

On a percé le Rupelien de 37 à 85 mètres, on a recueilli de nombreux foraminifères dans cette formation; ce sont les seuls fossiles trouvés.

Delden est situé à 145 kilomètres au Nord-Nord-Est d'Eelen.

Marne crayeuse rouge de 274^{m},20 à 290 mètres. Le même facies de 290 à 299 mètres. Sable blanc de 299 mètres à 300^{m},40 et schiste.

M. A. Rutot a publié, en 1887, une nouvelle coupe de ce puits, dans laquelle il rapporte au Turonien la couche de 272 mètres à 274^{m},20, et au Cénomanien les 28 mètres suivants avec sable à la base. (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, t. I, Mém., p. 7.) Il serait difficile de se prononcer d'une manière absolue sur les dernières couches; nous avons rencontré bien souvent des schistes altérés, de toutes teintes, depuis le blanc ayant l'apparence de la craie senonienne, le rose, le rouge, le brun foncé, même entre les bancs intacts. Au forage de la brasserie bavaro-belge à Anderlecht, nous avons même percé 0^{m},50 de sable brunâtre sous 19 mètres de roches brunes et rouges. Le sable pouvait se trouver dans une fissure. En tout cas, ces dépôts ne présentent jamais de traces de calcaire.

ROULERS.

A. Rutot, *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. II, p. 58. (Mém.)

L'auteur ajoute à la suite de sa notice intitulée : *Contribution à la connaissance du sous-sol profond de la Flandre occidentale*, un diagramme montrant l'allure des couches primaires entre Ostende et Courtrai. A cette époque, on avait moins de points de repère qu'à présent. La limite entre le Devonien et le Silurien passe à Courtrai. Dans cette ville, un sondage a atteint le Devonien et les deux autres le Silurien. Nous en publierons les coupes.

BEERNEM.

Château de Bulscamp, au comte de Meeus.

D. Van Hove, *Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousbergs à Gand, et sur celui de Beernem, près Bruges.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., t. XV, séance du 26 février 1901.)

M. E. Van den Broeck a fait remarquer que le Crétacé senonien, qui a 64 mètres à Ostende, n'en a plus que 30 à Beernem; nous pren-

drons la liberté de rappeler qu'Ostende est située sous le parallèle d'Anvers, 51°13'48", tandis que le château de Bulscamp, à Beernem, se trouve beaucoup plus au Sud, soit à 11 ou 12 kilomètres, ce qui peut amener une diminution considérable de la puissance de la couche. On observe les mêmes différences de Bruxelles à Vilvorde, où l'épaisseur de la craie est trois fois plus considérable, si ce n'est plus, que dans le sous-sol de la capitale. La coupe de Beernem a comblé une lacune considérable existant entre Ostende et Gand.

GAND.

Puits artésien de la ville.

J. Coune, ingénieur de la ville, *Note sur le forage d'un puits artésien pour la distribution d'eau de Gand.* (Ann. de l'Association des ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand, t. XX, 1896-1897.)

GAND.

Usine Lousbergs, rue Charles-Quint.

D. Van Hove, *Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand, etc.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., t. XV, séance du 26 février.)

L'auteur appelle l'attention sur le peu de différence que présentent entre elles les coupes de Gand-Lousbergs et de Beernem, tandis que la craie senonienne n'a que 16 mètres au puits de Gand-Ville et 30 à l'usine Lousbergs, distants de 1800 mètres.

Dans l'agglomération bruxelloise, ces variations sont encore bien plus accentuées. A Gand, cette différence n'est que du simple au double, tandis qu'à Bruxelles elle est parfois décuple à des distances bien inférieures.

WETTEREN.

A. Rutot, *Détermination de l'allure souterraine des couches, formant le sous-sol des Flandres entre Bruxelles et Ostende.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., t. I, p. 12, *Mém.*)

ALOST

Filature, place Impériale

ET

DENDERLEEUW

Station.

O. van Ertborn et P. Cogels, *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* t. XIII, p. 299.

Ces deux sondages n'ont rencontré que le Turonien, le Senonien faisant défaut.

VILVORDE

Puits de la ville, ancien puits Nowé.

A. Rutot et E. Van den Broeck, *Les puits artésiens de Vilvorde.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., t. III, p. 211.)

VILVORDE

Brasserie, rue de Louvain.

A. Rutot et E. Van den Broeck, *Les puits artésiens de Vilvorde.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., t. III, p. 215.)

MALINES.

Arsenal du chemin de fer.

A. Rutot, *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* t. XV, 1901, p. 97.

La puissance de la craie en ce point n'est que de 4m,50; ce fait a dérouté toutes les prévisions. A Vilvorde, son épaisseur dépasse 40 mètres, et l'on pouvait en augurer qu'à Malines, elle aurait plus de 50 mètres.

On ne peut conclure de ce fait isolé que cette épaisseur réduite est générale dans cette région. Un fait acquis, c'est que la roche primaire est très dure et a pu résister aux érosions précrétaciques.

Un fait analogue a été constaté à la brasserie Van den Heuvel, chaussée de Ninove, à Molenbeek-Saint-Jean. Le quartzite, très dur, perce en ce point la craie et une partie du Landenien inférieur. Si l'on en avait conclu que la craie fait défaut dans le sous-sol du flanc occidental de la vallée de la Senne, on aurait évidemment fait erreur.

Le toit du Crétacique se trouve donc, à l'arsenal de Malines, à la cote — 208.20; à Vilvorde, à 9 kilomètres au Sud, à la cote — 118. Sa pente kilométrique vers le Nord est donc de 10 mètres.

Nous avons eu l'honneur de communiquer à la séance du 10 février 1899 de la Société géologique de Belgique, une note sur l'allure générale du Crétacique. Nous avions déduit de faits constatés en dix points, la profondeur moyenne à laquelle doit se trouver la craie au-dessous de la ville d'Anvers (centre de la ville, clocher de la cathédrale). Cette moyenne indique la cote — 436. Trois autres chiffres ont donné la cote — 438.

Nous venons de voir que, de Vilvorde à Malines, la pente kilométrique est de 10 mètres par kilomètre.

De l'arsenal de Malines au clocher de la cathédrale d'Anvers, il y a 22km,5.

Nous avons à Malines-Arsenal	— 208.20
22km,5 × 10	225.00
soit.	— 433.20

pour Anvers, chiffre concordant parfaitement avec les précédents.

Quant à la coupe de l'arsenal de Malines, on pourrait l'interpréter comme suit d'après celle du forage de la brasserie de la Dyle, qui est la suivante (1) :

Cote 6.

		Mètres.	
Quaternaire	Sable mouvant		9.00
Asschien?	Sable fin un peu argileux		9.00
Asschien	Argile sableuse	10.00	
	Argile bleue	10.00	
	Sable glauconifère	2.00	
			22.00
Ledien	Sable argileux avec grès	9.00	
	Sable concrétionné	3.00	
			12.00
Laekenien	Sable avec *N. lævigata* roulées, à la base.		5.00
Paniselien	Argile grise	5.00	
	Sable argileux	3.00	
	Sable	1.00	
	Argile grise	20.00	
			29.00

Sable avec *Nummulites planulata.*

A la Brasserie . . . . . à — 83 A l'Arsenal. . . . . . . à — 85

La base de l'Ypresien serait à 180 mètres, soit à la cote — 168.

Le fait nous paraît bien prouvé par la source qui se trouve dans le sable sous-jacent et qui paraît être celle du sable vert Landenien, bien connue à Vilvorde, à Bruxelles et à Louvain.

Le Landenien aurait 40 mètres; il en a 35 au puits Nowé, à Vilvorde.

Le puits de la Dyle a rencontré deux nappes artésiennes, soient : 1° celle du Laekenien et 2° celle du sable à *Nummulites planulata;* elles sont séparées par des dépôts argileux de 29 mètres d'épaisseur qui, à ce niveau géologique, ne peuvent être rapportées qu'au Paniselien.

(1) Pour les détails des couches, voir Cogels et van Ertborn. Texte explicatif de la planche de Malines, p. 47.

LOUVAIN.

Brasserie, rue des Brasseurs.

O. van Ertborn, *Note sur trois forages à Louvain et à Hougaerde* (Mém. de la Soc. royale malac. de Belgique, t. XXIX, 1894).

LOUVAIN.

Ateliers de la Société « Dyle et Bacalan ».

O. van Ertborn, *Note sur trois forages à Louvain et à Hougaerde* (Mém. de la Soc. royale malac. de Belgique, t. XXIX, 1894).

LOUVAIN.

O. Bihet, ingénieur-directeur des ateliers, *Note sur le puits artésien creusé aux ateliers du Grand-Central belge, à Louvain* (Revue universelle des Mines).

Cette notice contient des détails intéressants sur d'autres puits artésiens de Louvain et de sa banlieue, tant au point de vue géologique qu'hydrologique.

D'après l'auteur, la pente de la craie vers le Nord serait, dans cette région, de 12 millimètres par mètre; nous avons vu, n° 9, que, de Vilvorde à Malines, elle est de 10 millimètres. Il est probable qu'elle s'accentue vers l'Est.

KESSEL-LOO LEZ-LOUVAIN.

Château Remy.

G. Vincent et A. Rutot, *Note sur le relevé des sondages entrepris par M. van Ertborn dans le Brabant* (Annales de la Soc. géol. de Belgique, t. V, p. 93, *Mém.*).

TIRLEMONT.

Sucrerie Van den Bossche.

Nord de la ville.

A. RUTOT, *Les puits artésiens de la région de Tirlemont* (ANNALES DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XIII, p. 336).

Nous avons foré, en 1886, un puits artésien dans le même établissement; il confirme entièrement la coupe citée pour le niveau du Crétacique.

TIRLEMONT.

Puits communal.

A. RUTOT, *Les puits artésiens de la région de Tirlemont* (ANNALES DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XIII, p. 336).

WAMONT.

Sucrerie.

La coupe résumée de ce sondage a été publiée par M. Rayemaekers dans les *Mémoires de la Société royale malacologique de Belgique*, t. XXIV, 1889, p. CLIV.

Elle avait été confondue avec la coupe du forage du château de Nieuwenhoven, à Nieuwerkerke lez-Saint-Trond, que M. R. Malherbe avait transposée par erreur dans cette ville.

Les silex verdis, que l'on trouve généralement à la base du Landenien inférieur lorsque celui-ci repose directement sur la craie ou sur le Primaire, se trouvent à Wamont à la base du Heersien; il en est de même à Louvain et à Gingelom. S'il est démontré que, dans ces cas, il n'y en a pas à la base du Landenien, il y aurait lieu de déterminer ce niveau caillouteux comme *prétertiaire*, comme nous l'avons fait déjà en 1894. (Séance du 3 février 1894, *Société royale malacologique de Belgique*, t. XXIX.) En effet, il serait indépendant de l'assise tertiaire,

à laquelle il ne sert de base que lorsque celle-ci repose sur la craie ou sur le Primaire.

A 4 300 mètres au Nord de Wamont, M. R. Malherbe indique le sondage de Rumsdorp, exécuté à la cote 69.50 et qui aurait atteint le Crétacique à 35 mètres, soit à la cote + 34.50. (*Annales de la Soc. géol. de Belgique,* t. XVI, p. 42.) L'inflexion vers le Nord ne serait donc de Wamont à Rumsdorp que de 1m,53 par kilomètre, tandis que, de Rumsdorp à Léau, elle serait de 47m,50 ou de 6m,40, soit quatre fois plus forte. La coupe de Rumsdorp n'offre donc pas toutes les garanties désirables.

Remarquons que Rumsdorp est situé entre Wamont et Léau.

NIEUWERKERKE LEZ-SAINT-TROND.

Château de Nieuwenhoven.

La coupe de ce sondage a été transposée par erreur à Saint-Trond par M. R. Malherbe dans son *Étude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége.*

En réalité, il fut exécuté à 4 900 mètres au Nord-Nord-Est de Saint-Trond, à la cote 45 et non à la cote 54.4.

La série des terrains rencontrés fut :

Limon hesbayen et quaternaire	3.20
Tongrien	17.35
Landenien	47.75
Heersien	31.20
Crétacé (Maestrichtien et Senonien) Silurien	110.00
	209.50

Cette coupe est exceptionnellement intéressante pour cette région, car elle nous donne le niveau du Crétacique (— 54.4) et celui du Primaire (— 164.5). Elle se relie parfaitement aux coupes de Gingelom et de Kermpt, comme le fait voir la planche ci-jointe.

M. Rutot avait reconnu avant nous les impossibilités que présentait la coupe de ce sondage supposé avoir été fait dans la région de Saint-Trond (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., t. III, p. 471). Il fait également ses réserves au sujet de la coupe de Rumsdorp.

LÉAU.

La coupe du puits artésien de l'Hôpital civil de Léau fut publiée une première fois par MM. G. Vincent et A. Rutot. La couche de 43 à 53 mètres fut rapportée au « terrain crétacique ou Heersien »? (*Annales de la Soc. géol. de Belgique*, t. V, p. 98.).

MM. Rayemaekers et Pierret en publièrent une nouvelle interprétation d'après nos indications. (*Mém. de la Soc. royale malac. de Belgique*, t. XXIV, pp. CXL et CXLI, 1889.)

Voir aussi : *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, t. I, p. 119, et t. III, p. 289. La couche de 43 à 53 mètres est rapportée au Heersien.

Ayant retrouvé les échantillons, gros morceaux absolument intacts, nous pouvons affirmer que c'est la craie blanche senonienne.

GINGELOM.

Sucrerie.

Le forage a atteint, vers 58 mètres, une couche de débris de silex roulés, quelques-uns verdis, à la base du Heersien, provenant de la dénudation du Crétacique. Cette couche sépare le Heersien du Crétacique.

Le sondage a 82 mètres de profondeur; le fond se trouve donc à la cote + 16. Nous lisons dans les *Mémoires de Dumont*, édités par M. Mourlon (t. IV, p. 341) :

« M. Hennequin, propriétaire du château de Gingelom (ensuite à » feue sa fille la duchesse de Looz), a fait faire, près de la chapelle de » Gibloux, un sondage pour rechercher l'eau jaillissante; les travaux » ont été faits sur un point situé à 75 centimètres au-dessus de la » hutte du chemin de fer et le sondage, poussé jusqu'à 125 mètres » de profondeur, où il a été arrêté, dans le terrain rhénan. »

Le château est situé à 1 200 mètres au Nord de la sucrerie; le Primaire serait donc en ce point à la cote — 25 et la puissance du Crétacique serait de 60 mètres environ. Ce niveau du Primaire (— 25) concorde bien avec celui de Wamont (+ 8), localité située à 2 200 mètres plus au Sud.

ROSOUX-GOYER.

Sucrerie.

O. van Ertborn. (Inédit.)

Au contact de la craie, silex de dénudation.
(Les coupes inédites paraîtront incessamment.)

KERMPT.

Distillerie.

P. Cogels et O. van Ertborn, *Texte explicatif de la planche de Kermpt-Bolderberg*, p. 66.

HASSELT.

Station.

M. Mourlon, *Géologie de la Belgique*, p. 196 (d'après Dumont, 1852).

GORS-OP-LEEUW.

Place Communale.

P. Cogels et O. van Ertborn, *Mélanges géologiques*, p. 11.

DIEPENBEEK.

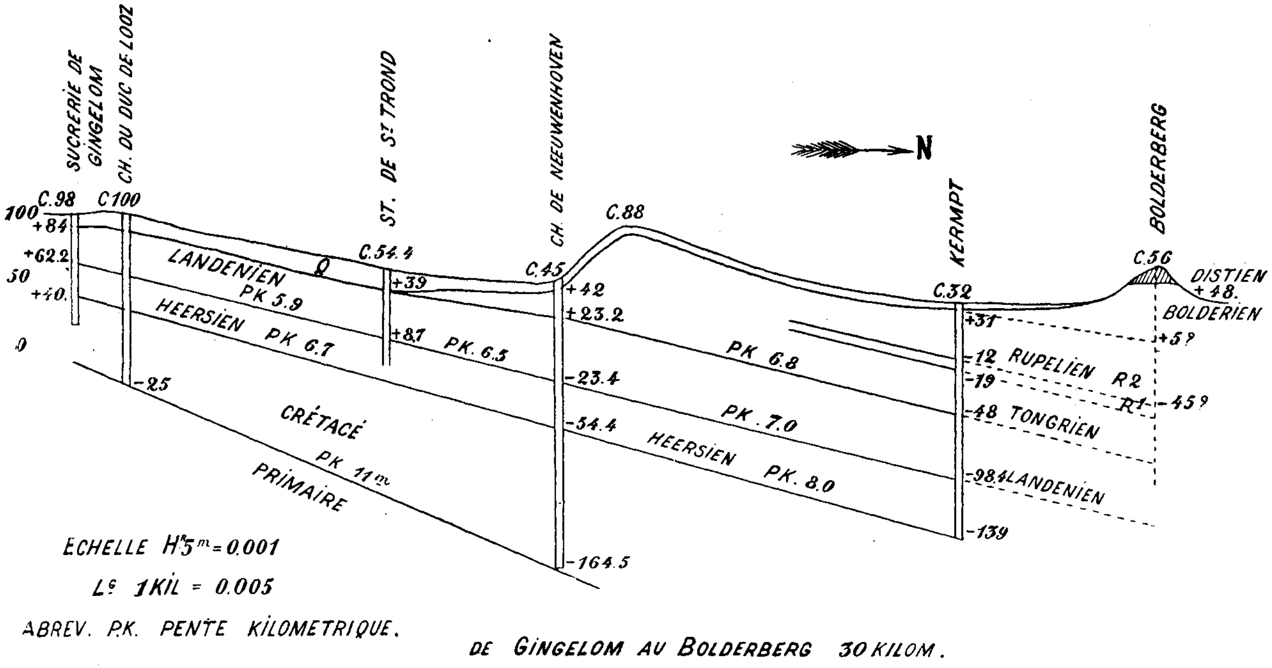
Puits communal.

Tout ce qu'on savait sur ce forage se réduisait au niveau du Crétacique; nous avons tenté d'en établir la coupe d'après quatre sondages voisins. (Mém. de la Soc. royale malac. de Belgique, t. XXXIV, p. xxxii.)

TONGRES.

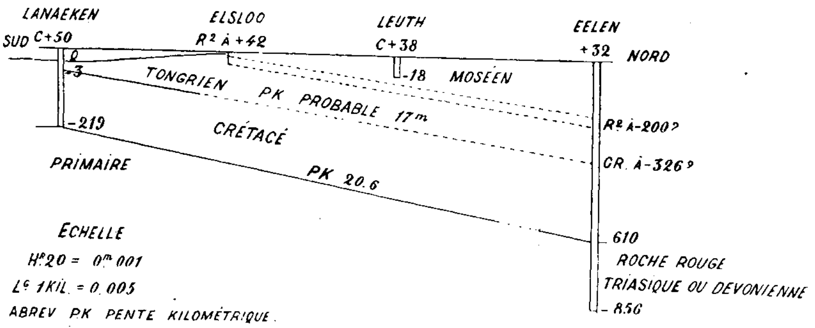
Sondage près de la station. Renseignements communiqués par M. E. Van den Broeck.

DIAGRAMME N° 3 (1).



(1) Pour les diagrammes nos 1 et 2 voir les figures 1 et 2 de la planche III.

DIAGRAMME N° 4.



DE LANAEKEN À EELEN 19 KILOM.

Voir la planche III pour les diagrammes nos 1 et 2, trop développés pour être fournis dans le texte.

Cette planche III représente deux coupes sensiblement parallèles, distantes d'environ 10 kilomètres et orientées Ouest-Est.

La figure supérieure représente la coupe d'Ostende-Malines *(diagramme n° 1)*, jalonnée par les puits de Beernem, de Gand (ville), de Wetteren et de Termonde.

La figure inférieure représente la coupe de Roulers à Lanaeken (Meuse), soit un développement d'environ 180 kilomètres, et elle est jalonnée par les puits d'Alost, de Vilvorde, de Kessel-Loo (Louvain) et de Kempt. C'est notre *diagramme n° 2*. (Voir ci-après les détails relatifs aux quatre diagrammes.)

NOTES EXPLICATIVES ACCOMPAGNANT LES DIAGRAMMES.

FIG. 1 ET 2 ET PLANCHE III.

Remarque générale. — Les chiffres placés en hauteur à chaque sondage indiquent les cotes *de la base de chaque étage* par rapport au niveau de la basse mer à Ostende. Elles sont positives au-dessus de ce niveau et négatives au-dessous.

Aux sondages de Beernem, de Gand (ville) et d'Alost, forages qui ont pénétré assez profondément dans le Primaire, nous avons indiqué également par leurs cotes les profondeurs atteintes.

Diagramme n° 1.

D'OSTENDE A MALINES (110 kilomètres).

FIG. 1 DE LA PLANCHE III.

Le point de départ de la coupe est Ostende (puits de la ville). Elle s'infléchit vers le Sud par Beernem à Gand. Elle suit ensuite la ligne W.-E. jusqu'à Malines.

On remarquera qu'à Wetteren, situé un peu au Sud de la ligne directe Gand-Malines, il se produit en ce point dans la coupe un relèvement apparent des couches, comme à Kessel-Loo-Louvain, dans le diagramme n° 2. L'inflexion figurée n'est donc que le résultat de la déviation méridionale de la coupe et non celui d'une modification dans l'allure des couches.

Nous avons figuré entre Wetteren et Malines la coupe d'un sondage que nous avons fait à Termonde. Cette coupe facilite l'interprétation du sondage de Malines-arsenal. Notre sondage de Termonde n'a pas dépassé 73 mètres de profondeur; mais il a été fait dans cette ville, par un particulier, un autre sondage, dont nous n'avons pu obtenir la coupe.

Tout ce que nous savons, par une pièce probante, c'est qu'à 208^{m},23, on était à une certaine profondeur dans le Crétacique et que peut-être même on avait atteint le Cambrien. Ces faits concordent avec les probabilités.

Plus à l'Est, à Aerschot, et à peu près sous le parallèle de Wetteren, la base de l'Ypresien est à la cote — 125; à Wetteren, elle se trouve à la cote — 127.7.

Diagramme n° 2.

DE ROULERS A LANAEKEN (178 kilomètres).

FIG. 2 DE LA PLANCHE III.

La ligne d'Ostende à Lanaeken s'infléchit trop vers le Sud dans la partie orientale du pays. En effet, la différence en latitude est de plus de 20′, soit de plus de 36 kilomètres. Nous avons donc choisi la ligne partant de Roulers sous le parallèle de 50°56′. On remarquera qu'à Roulers et à Kermpt, le toit du Crétacique se trouve au même niveau, soit à la cote — 139.

A Louvain-Kessel-Loo, la ligne s'infléchit un peu vers le Sud, produisant sur la coupe figurée un relèvement apparent des couches, qui, à quelques kilomètres plus au Nord, sont à un niveau inférieur et plus concordant. Ce diagramme de Roulers à Lanaeken a un développement de 178 kilomètres.

L'augmentation de puissance du Crétacique dans la région orientale est très remarquable. Il est probable qu'il a été moins entamé par les dénudations dans cette zone.

Dans la partie occidentale du pays, à Ostende, le Crétacique a près de 100 mètres d'épaisseur, tandis qu'à Beernem, il n'en a que 30. Remarquons que ce dernier point se trouve à 11 kilomètres plus au Sud, ce qui explique peut-être en partie cette notable différence.

Diagramme n° 3.

DE GINGELOM AU BOLDERBERG (30 kilomètres).

FIG. 1 DU TEXTE (p. 195).

Le point de départ de ce diagramme est à la sucrerie de Gingelom (station du chemin de fer, ligne de Bruxelles-Liége) pour atteindre Kermpt (station du chemin de fer de Diest à Hasselt).

La direction est S.-S.-W.—N.-N.-E., faisant avec le méridien un angle d'environ 25°.

Le Primaire se trouve indiqué à 125 mètres de profondeur à Gingelom, soit à la cote — 25. (M. MOURLON, *Mémoires de Dumont,* t. IV, p. 341.)

Au Nord de Kermpt, le diagramme a été prolongé hypothétiquement, en suivant le méridien, jusqu'au Bolderberg, localité située à 5 kilomètres au Nord de la station de Kermpt.

A Kermpt, la base de l'argile rupelienne occupe un niveau connu

d'une manière certaine, soit la cote — 12. La puissance de l'assise est de 43 mètres.

Il est probable qu'au Bolderberg, elle en a 50. La couche d'argile rupelienne serait comprise entre les cotes + 5 et — 45. La base du Diestien se trouvant vers la cote 48, il y aurait en ce point une quarantaine de mètres de Bolderien. Un sondage profond, exécuté dans la célèbre tranchée, serait bien intéressant.

Diagramme n° 4.

DE LANAEKEN A EELEN (19 kilomètres).

FIG. 2 DU TEXTE (p. 196).

La ligne figurée suit le méridien; son développement est de 19 kilomètres.

Nous avons indiqué tout ce que nous avons pu apprendre sur les coupes des forages d'Eelen et de Lanaeken.

Trois faits paraissent certains : les niveaux de la base et du toit du Crétacique à Lanaeken et celui de sa base à Eelen.

Nous avons également indiqué notre sondage de Leuth, qui n'a atteint que la cote — 18 et qui, sous la grande couche de cailloux, a été arrêté dans un sable vert, que nous rapportons au Moséen.

Les diagrammes 3 et 4 viennent se souder au diagramme n° 2 et donnent une idée générale de l'allure S.-N. des formations dans le Limbourg.

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE

à l'échelle du 40 000e.

État de la publication à la date du 10 mai 1901.

Voir Planche IV.

Nous avons cru utile de mettre sous les yeux des membres de la *Société belge de Géologie,* le TABLEAU D'ASSEMBLAGE constitué par la planche IV et représentant, avec leur numérotage officiel, les 226 feuilles de la *Carte géologique,* dont le complet achèvement est annoncé pour la fin de l'exercice prochain (1902). De ces 226 feuilles, plus des $^7/_{10}$, soit 163 feuilles, sont publiés et en vente à la date du 10 mai 1901 (1).

Des 63 feuilles restant à publier, 37 $^1/_2$ ont été acceptées, tant au 20 000e (minutes manuscrites non à publier) qu'au 40 000e, et 33 d'entre elles sont déjà soit à l'impression définitive ou de mise en train, soit à la gravure. Une feuille et demie (soit 3 planchettes au 20 000e) est acceptée au 20 000e.

Vingt-quatre feuilles, soit la valeur de 48 planchettes au 20 000e, doivent encore être présentées par leurs auteurs pour être acceptées par le Conseil de direction.

Sur la plupart d'entre elles, les levés sur le terrain sont soit achevés, soit en voie d'achèvement, ce qui fait que l'on peut espérer, conformément aux engagements pris, que le travail de levé et de mise en état de publication sera entièrement terminé pour la fin de l'exercice 1902.

Nous rappelons ci-dessous quelques indications complémentaires sur la manière dont a été organisé le travail :

Conformément aux prescriptions de l'arrêté royal du 31 décembre 1889, les levés géologiques sont inscrits sur les planchettes au 20 000e et publiés sur les feuilles au 40 000e de l'Institut cartographique militaire.

Les minutes au 20 000e, non soumises à l'adaptation stricte de la légende officielle et pour les données desquelles les collaborateurs sont autorisés à fournir l'exposé et l'application de leurs vues personnelles de classification, etc., sont mises à la disposition du public et des intéressés, au SERVICE GÉOLOGIQUE, 2, rue Latérale, à Bruxelles. (Direction générale des Mines.)

Les feuilles publiées au 40 000e ne figurent en teintes plates que les dépôts du sous-sol et les alluvions fluviales et maritimes. Les formations quaternaires et modernes sont renseignées, avec leurs superpositions et épaisseurs, par les notations des coupes naturelles et des sondages spéciaux du levé géologique.

La teinte plate, relative au sous-sol, n'empêche nullement de distinguer le fait reconnu de la partie hypothétique. Ce résultat est atteint par ce fait que les notations de la légende ne sont renseignées sur la carte qu'aux points de sondages, de données précises obtenues par puits ou autrement et d'affleurements observés.

Les chiffres placés sur la carte devant les notations indiquent l'épaisseur en mètres et décimètres des dépôts correspondants. Ainsi 2.5*q4* signifie 2m,50 de Quaternaire flandrien (*q4*), et c'est ainsi que des données précises sur la nature et l'épaisseur des dépôts du sol viennent s'adjoindre graphiquement aux renseignements fournis par la teinte plate du sous-sol, chaque fois qu'une observation par affleurement ou par sondage a été faite.

(1) Chaque feuille complète se vend au prix de 3 francs, chez le concessionnaire, M. O. Schepens, directeur de la Société belge de librairie, 16, rue Treurenberg, à Bruxelles.

NOTICE BIOGRAPHIQUE

SUR

RAYMOND STORMS [1]

PAR

A.-F. RENARD

La mort éclaircit les rangs de ceux qui s'étaient réunis le 17 février 1887 pour la séance de fondation de notre Société. Parmi ces amis qui sont entrés dans le repos, il en est un dont la vie a été moissonnée dans tout son épanouissement : je veux parler de Raymond Storms, le confrère sympathique, le chercheur modeste que tous, parmi nous, ont pu apprécier. Nous sommes restés fidèles à la pieuse coutume de donner un souvenir, quelques paroles émues, à ceux de nos membres qui nous ont quittés pour jamais et qui ont contribué à atteindre, par leurs travaux, le but vers lequel nous marchons.

Aujourd'hui, c'est à moi, l'ami du disparu, que ce devoir incombe. Je le remplirai avec une joie mélancolique : parler des morts, c'est les faire revivre un peu. Comme je viens de le dire, le défunt fut mon ami, un ami éprouvé durant plus de trente années. Au cours du chemin de la vie, nous avons eu le bonheur de marcher longtemps ensemble sans que rien ne vînt briser ce lien fait d'estime et de dévoûment réciproques qui nous attachait l'un à l'autre. Quand les cheveux blanchissent, beaucoup de défections déjà nous ont meurtri, et c'est alors une consolation très douce de se souvenir de ceux qui sont restés fidèles. Les pages qui vont suivre auront forcément, on le comprend, l'accent un peu personnel : ce sont des souvenirs plutôt qu'une notice biographique, et je ne puis m'empêcher, tout en m'efforçant de mettre en

(1) Notice lue à la séance du 16 juillet 1901.

relief son activité scientifique, de peindre à larges traits l'ami perdu. Il mérite qu'on le connaisse, et cette évocation d'une physionomie morale si distinguée complétera l'exposé sommaire de l'œuvre du défunt. L'homme est double souvent, et tel dont l'intelligence et le labeur sont louables, n'a rien en son âme motivant la sympathie : ici on peut associer l'éloge de l'homme à celui de ce qu'il édifia.

Raymond Storms naquit à Bruxelles en 1854; son père, prématurément ravi à sa famille, laissa sa veuve devant la tâche difficile d'élever ses deux fils; elle sut en former des hommes, et si je souligne l'action de la mère, c'est qu'elle exerça une influence profonde sur l'éducation de celui dont nous esquissons la vie, et lui implanta le germe des qualités intellectuelles et morales qui lui avaient conquis notre respect à tous. Une affection très tendre l'unissait à sa mère, avec laquelle il a toujours vécu. Lorsqu'il s'agit pour le jeune Storms de commencer ses études, sa famille vint s'installer à Namur, afin que les deux frères pussent y suivre les cours d'un collège réputé à cette époque, celui de Notre-Dame de la Paix. C'est là que j'appris à connaître celui dont je résume ici l'histoire. Dans l'adolescent, le naturaliste déjà naissait, et je me souviens l'avoir entendu raconter alors, qu'il avait recueilli ses premiers fossiles, encore enfant, durant des vacances passées chez ses grands-parents à leur château de Deurne.

A Namur, il s'appliqua sérieusement à ses études classiques; mais il ne les poursuivit pas : le champ des sciences naturelles l'appelait, et il se livrait, avec l'entraînement d'un esprit qui s'éveille, à des échappées dans le domaine de la zoologie, où chaque pas provoque une curiosité nouvelle et où se développe si largement cette faculté d'observation, qualité maîtresse du naturaliste. A ce moment, c'était vers 1867, je sentais naître en moi le désir de pousser mes études vers les sciences auxquelles je devais plus tard me consacrer. Ce goût commun nous attacha l'un à l'autre, et je me souviens lui avoir envoyé de l'Abbaye du Laacher-See, où j'abordai la géologie, les tout premiers échantillons de minéraux et de roches volcaniques que j'avais recueillis. Ce ne fut pas sans une certaine émotion que je retrouvai plus tard, dans les collections de mon ami, ces très vieux souvenirs de mes premiers pas dans la science : les spécimens envoyés jadis à mon ancien élève portaient les indications maladroites du débutant et, devant ces vestiges d'un lointain passé, je pus mesurer les étapes parcourues, tout ce que j'avais encore à apprendre.

Peu soucieux de se frayer une route vers les situations qui ne s'ouvrent qu'à la faveur d'un diplôme académique, il abandonna ses

humanités vers 1870 et alla se fixer avec sa famille dans une propriété près de Saint-Trond, qu'il habita jusqu'en 1876. Là il put commencer à donner libre cours à son amour pour la nature, mais la spécialisation de ses études ne devait se produire que plus tard. Dans cette phase de la vie, il associa à ses études d'histoire naturelle un goût très prononcé pour la peinture. Il la cultivait alors avec le talent qu'avait déployé son père dans l'exercice de cet art, et y reportait ses qualités d'observateur de la nature. Il aimait surtout à représenter des animaux, et les quelques toiles qu'il a signées, œuvre de coloration vigoureuse, témoignent d'un sentiment profond de la réalité des choses. Son atelier était installé, et il se serait fait une réputation d'amateur sérieux, lorsque, sans raison connue, il déposa ses pinceaux. Malgré notre intimité toute d'amitié confiante, je ne parvins pas à savoir ce qui l'avait définitivement éloigné de la peinture. Il n'avait gardé de son art abandonné qu'un goût très sûr, qu'il m'a été donné maintes fois d'apprécier au cours de nos visites aux Musées étrangers, et cette critique judicieuse que peut seul exercer celui qui a pratiqué et auquel les procédés techniques sont appréciables. Le maniement du pinceau l'avait conduit à celui du crayon, et Storms excellait à rendre en quelques traits un croquis géologique, un aspect de pays ou un ossement fossile; mais trop modeste, il n'osait produire ses dessins, et c'est à peine s'il a laissé quelques figures pour ses mémoires de paléontologie, et quelques planches micrographiques que je dois à son amitié, et qui sont d'une réelle valeur comme fidélité et comme rendu artistique.

En 1876, sa famille fit l'acquisition du château d'Oirbecq, près de Tirlemont, et d'un hôtel situé à Bruxelles. Ce fut dans cette dernière résidence qu'il vint passer tous ses hivers, et c'est alors que se renouèrent entre nous les relations qui s'étaient établies à Namur et que mon séjour à l'étranger avait fait se relâcher. Je le retrouvai tel que je l'avais pressenti au Collège de la Paix et tel qu'il devait se montrer jusqu'à la mort. Au moment où je l'avais quitté pour aller achever mes études en Allemagne, en 1868, la silhouette morale se dégageait déjà dans Storms enfant telle qu'elle devait perdurer: il conserva toujours ce caractère réservé, un peu farouche même, semblant redouter tout épanchement, mais aux déterminations fermes, aux sentiments profonds et fidèles; il se montra toujours, comme dès le début, désireux de s'instruire et passionné pour le travail. C'était un cœur généreux, non de cette générosité qui se dépense vainement, mais de celle que la réflexion pondère, rend vraiment efficace. Il était simple sans affectation, d'une exquise politesse, et son extérieur reflétait les

belles qualités de son âme. Cet homme, d'une haute stature, d'une grande vigueur physique, à la mise correcte, quoique dénuée de recherche, donnait l'impression, dans sa force tranquille, d'un être bien équilibré, incapable d'un coup de tête, mais envisageant le but à atteindre et y marchant lentement mais sûrement.

A notre époque de jouissance à outrance, Storms donna un rare exemple de vie sérieuse, vouée au travail. Sa fortune, son éducation soignée, la portée de son esprit et les nobles qualités de son cœur semblaient l'appeler à jouer un rôle brillant dans le monde. Mais là n'était pas son ambition : il préféra toujours la vie simple de la campagne qui lui permettait de se consacrer à ses études en sauvegardant l'indépendance de son caractère. Ce cœur, de délicate bonté qu'il était, se penchait avec une grande pitié vers les animaux, et alors que d'autres de sa condition se font un plaisir aussi cruel que stupide de tortures infligées aux créatures innocentes, notre ami aimait à s'entourer de la joie pure que répandent autour de celui qui les protège, ces humbles et fidèles amis, dont peu avaient étudié comme lui les instincts, les mœurs et les relations avec les milieux où ils vivent.

C'est au château d'Oirbecq, entouré de ses souvenirs de famille, de ses livres, de ses collections qu'il passait ses heures les plus douces. Il aimait la science pour la science, et jamais il ne souhaita aucune distinction : pourquoi ce travailleur modeste eût-il rêvé d'autre récompense que celle renfermée dans le travail même? Je revois encore cette vieille et hospitalière maison où nous avons passé d'inoubliables heures, nous entretenant de nos souvenirs de voyage, de nos amis communs, devisant des hommes et des choses, nous intéressant aux problèmes qui se posent à chaque pas devant ceux qui étudient la nature. Raymond Storms, quoique d'esprit chercheur, avait un respect attendri pour les choses du passé, et je l'entendis souvent aiguiser sa fine ironie, bien inoffensive d'ailleurs, contre les novateurs du moment. Quoique convaincu de la théorie de l'évolution et en contact d'idées avec les biologistes modernes, ses convictions philosophiques ne furent pas ébranlées; nous pouvons l'affirmer, car Storms était un caractère trop droit pour ne pas déclarer ses doutes s'il en avait eus.

C'est au moment où il passait ses hivers à Bruxelles, vers 1880, qu'il commença à s'appliquer d'une manière plus spéciale à la géologie et à la paléontologie. J'étais alors conservateur au Musée d'histoire naturelle; Storms y venait journellement, pour ainsi dire, afin d'étudier les collections. Déjà il avait passé la trentaine quand il commença à publier; c'était un peu tard pour débuter, et c'est ce qui fit, sans

doute, ses productions si peu nombreuses. Il avait du reste le travail assez lent, peu d'expérience dans l'art d'écrire en français, la langue dont il se servait habituellement étant l'anglais; il mettait une précision, une exactitude peut-être exagérées dans le soin qu'il apportait à se documenter et à décrire les faits qu'il observait; de plus, ses relations de famille, assez nombreuses, absorbaient une partie notable de son temps.

Comme il avait orienté ses études vers la zoologie et que dans les sciences minérales c'était surtout la géologie qui l'intéressait, il fut poussé insensiblement vers l'étude des vertébrés fossiles. Peut-être, comme pour beaucoup d'événements qui décident de la direction d'une vie, le fait d'avoir porté ses recherches vers la paléontologie des poissons doit-il être considéré comme ayant sa cause dans une coïncidence presque fortuite. Nous passions, au cours d'une promenade, à proximité de l'emplacement actuel de la prison de Saint-Gilles; là où s'élève aujourd'hui un nouveau quartier existait alors une vaste étendue de terrain vague qui mettait à nu, çà et là, la coupe géologique intéressante que vous avez tous connue. Des dents de requins luisaient dans le sable, et la pensée me vint que peu de travaux avaient été publiés en Belgique sur ces poissons fossiles. Spontanément, je lui conseillai de choisir ces organismes comme sujet d'étude et ses hésitations cessèrent. Quelques jours plus tard, se guidant d'après des indications très sommaires que je lui fournissais sur une matière qui n'était pas la mienne, il commençait à réunir les documents qui devaient lui être nécessaires et à se créer une bibliothèque spéciale. Une aile du château d'Oirbecq fut affectée à ses collections et à une salle de travail. C'est là qu'il élabora un grand nombre de ses mémoires sur l'ichthyologie fossile, et c'est là aussi que sont restés les matériaux destinés à des études que la mort l'empêcha de réaliser. Il préférait à tout autre endroit la solitude et le recueillement d'Oirbecq, où la pacifiante nature le reprenait à son charme et lui versait, comme d'une source, le repos, le calme et la force de la pensée.

Dès que Storms se fut prononcé pour l'étude des poissons tertiaires, il y mit toute l'ardeur, toute la persévérance dont il était capable. La branche à laquelle il allait se vouer exigeait des connaissances géologiques : nous entreprîmes ensemble des excursions dans le pays et à l'étranger, au cours desquelles nous visitâmes les grands musées scientifiques et les centres universitaires de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie, de l'Angleterre, de l'Italie ; nous parcourûmes les points géologiques les plus importants de ces diverses régions. Mais le pays qui l'attirait surtout furent les îles Britanniques : Storms y avait sa véri-

table patrie peut-on dire; nous y visitâmes à diverses reprises les formations anciennes du pays de Galles, le Devonshire, l'Irlande et les massifs volcaniques de cette île et les terrains paléozoïques de l'Écosse. En dernier lieu, ce fut la région méditerranéenne avec sa riche faune marine qui le captiva. C'est au cours de ses longues promenades au travers de l'Europe qu'il se lia d'une amitié durable avec les plus savants naturalistes de l'époque : je cite au hasard Wyville Thomson, Archibald Geikie, John Murray, Barrois, Zirkel, Tschermak, C. Lossen, etc., qui témoignèrent toujours au défunt une sympathie faite de profonde estime.

Une circonstance qu'il importe de signaler avant de résumer l'œuvre de notre regretté confrère, et dont la portée fut considérable au point de vue de ses études et de l'orientation de sa pensée, c'est qu'au moment même où il commençait ses publications sur l'ichthyologie tertiaire, des relations suivies s'établirent entre lui et un paléontologiste de mérite dont l'ensemble des travaux sur les vertébrés fossiles de notre pays avait consacré la réputation : je veux parler de M. Dollo. L'érudition de ce savant, les connaissances qu'il possédait sur les matières auxquelles Storms se consacrait, et le poste qu'il occupait au Musée d'histoire naturelle comme conservateur spécialement chargé de la section des vertébrés fossiles, lui permirent de seconder d'une manière efficace les recherches de notre ami. Celui-ci s'est plu à reconnaître tout ce qu'il devait à M. Dollo, auquel il avait voué une affection très sincère, qui ne se démentit jamais. Non seulement ce savant lui apporta le concours dévoué de son expérience et de sa méthode d'investigation, dont on retrouve la trace jusque dans l'exposé des recherches que Storms a publiées, mais, posant un exemple de rare désintéressement, il l'engagea à venir travailler au Musée Royal d'histoire naturelle et obtint qu'on mît à sa disposition de précieux matériaux. Cette proposition fut acceptée, et le défunt, durant le temps qu'il passait en Belgique, allait s'installer dans les galeries du Musée et s'y livrait à l'étude et à la détermination des poissons tertiaires sur lesquels il avait concentré son activité. Qu'il ait retiré de grands avantages de ce contact avec M. Dollo, c'est ce qu'il ne manquait jamais d'attester et ce que prouvent, je le répète, l'amitié et la gratitude qu'il témoigna toujours à celui qui l'avait si activement secondé, et à la science duquel il se plaisait à rendre hommage. Cette estime qu'avait l'un du mérite de l'autre est évidente; car M. Dollo, mieux placé et plus compétent que personne pour se prononcer sur les travaux du savant dont nous retraçons la carrière, n'hésite pas à reconnaître la réelle valeur des

recherches de Storms. Il les considère comme portant l'empreinte d'un esprit cultivé, sagace et actif, qualités dont témoigne l'œuvre tout entière de celui que nous avons perdu. Pour procéder logiquement à ses études sur les poissons tertiaires, il scrutait avec un soin minutieux l'anatomie des êtres analogues de la nature actuelle; lui-même préparait et montait ses pièces anatomiques avec une admirable patience. Sobre et précis dans ses descriptions, observant avec netteté, logique dans ses déductions, ses mémoires resteront comme des œuvres sérieuses et vraies. Son activité demeura confinée dans un champ assez restreint, en dehors duquel il ne s'aventurait pas; mais ce domaine, il le connaissait bien, et les découvertes qu'il lui a été donné d'y faire justifient sa réputation de chercheur consciencieux. L'appréciation de M. Dollo est partagée du reste par les paléontologistes de l'étranger, qui suivaient avec un vif intérêt les travaux du défunt.

Il est un autre nom, celui de M. E. Delheid, à rappeler parmi ceux des naturalistes qui ont secondé Storms dans l'étude laborieuse à laquelle il se livrait. La collection de restes fossiles que M. Delheid avait patiemment et savamment amassée fut mise, par cet amateur éclairé, tout entière à la disposition du défunt afin qu'il pût y puiser des matériaux pour ses recherches. On sait combien furent précieux pour lui ces restes de poissons : un grand nombre de ses travaux ont pour objet l'étude des ossements que M. Delheid lui avait confiés. Aujourd'hui, ces vestiges de la faune ichthylogique des terrains tertiaires que notre confrère s'est plu à déterminer ont acquis de ce fait une haute valeur scientifique, et il faut se souvenir que l'intelligente initiative de M. Delheid a non seulement permis à Storms d'enrichir nos connaissances sur ces fossiles, peu ou point connus, mais que ces restes sont conservés avec un soin admirable par un appréciateur d'un réel mérite. Notre ami n'oublia pas ce qu'il devait à M. Delheid : on en trouve la trace dans ses mémoires, où il exprime, en de nombreux passages, sa gratitude envers lui. Une amitié très sincère unissait ces deux hommes que passionnait le même sujet d'étude, et M. Delheid m'a dit en termes émus son regret profond de la mort prématurée de notre confrère. Quand je visitai la salle où se déploie la magnifique collection dont nous venons de parler, je fus arrêté à chaque pas devant le souvenir de Storms. Une simple étiquette placée dans une montre vint raviver en moi la tristesse de la perte de mon ami, elle porte : « L'étude des poissons poederliens, entreprise par M. Storms, d'après » ces matériaux, est restée incomplète par la mort de ce regretté » paléontologiste (mars 1900). » Cette étude est le dernier travail

auquel se livrait notre confrère lorsqu'il fut brusquement interrompu par la mort!

Il nous reste à résumer son activité par l'analyse succincte de ses mémoires. Dans cette analyse, nous avons surtout suivi l'ordre de date, sauf pour les notices sur les poissons du terrain rupelien que nous avons groupées : chacun de ses travaux sur la faune ichthyologique des terrains tertiaires de Belgique constitue, peut-on dire, une monographie isolée ne se reliant aux autres que par la matière commune sur laquelle l'ensemble des recherches de Storms a porté.

Son premier mémoire ichthyologique a été publié dans les recueils de la Société géologique de Liége; il se rapporte à la faune du Rupelien, sur laquelle il a publié six notices, dont une en collaboration avec M. Dollo. Dans cette *Note sur un nouveau genre de poisson fossile de l'argile rupelienne* (1), il établit un nouveau genre de Téléostéens, dont le caractère des dents, leur forme, leur mode d'implantation, la double rangée qui garnit la mandibule se différencient assez des poissons décrits jusqu'à ce jour pour permettre de créer un genre nouveau, auquel l'auteur applique le nom d'*Amphodonte* (qui a deux rangées de dents). Les deux individus les mieux conservés sont rangés sous deux espèces différentes: *Amphodon Benedeni* et *A. curvidens*. Storms fait ressortir, en terminant ce travail, les analogies qui existent entre les Amphodontes et certains poissons décrits par Cope, et croit pouvoir les rapprocher des *Stratodontidés* de ce paléontologiste.

Sa *Première note sur les poissons fossiles du terrain rupelien* (2) donne la description des restes d'un poisson conservé au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles et provenant de Rumpst, près de Boom. En procédant par voie d'élimination, il crée pour ce fossile un genre nouveau qu'il désigne sous le nom de *Platylates*, cette dénomination rappelant sa forme courte et massive. Comme désignation spécifique, il choisit le mot *rupeliensis*, indiquant le terrain dans lequel ce fossile a été trouvé. Ce poisson, se rapprochant par divers caractères du genre *Lates*, l'auteur rappelle l'histoire géologique de ce genre ainsi que celle de quelques formes voisines et signale les *Lates* représentés dans le monde actuel.

Dans une *Deuxième note sur les poissons fossiles du terrain rupelien* (3),

(1) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XIII, 1886, Mém., pp. 261-266.
(2) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, t. I, 1887, Mém., pp. 98-112.
(3) *Ibid.*, t. VII, 1893, Mém., pp. 161-171.

il étudie les restes d'un poisson dont une grande partie du corps est encore enchâssée dans sa gangue argileuse et qui avaient été découverts par M. Delheid à Steendorp, à la partie inférieure de l'argile rupelienne supérieure (*R2c*). Ce fossile est rapporté par Storms au genre *Labrax* et appartient à une espèce nouvelle pour laquelle il propose le nom de *Labrax Delheidi*. Parmi les fossiles recueillis dans l'argile rupelienne par M. Delheid se trouve un certain nombre de plaques dentaires de Chimëridés se rapportant presque toutes à des poissons du genre vivant *Chimæra;* une seule dent mandibulaire doit avoir appartenu à un genre éteint. Ce sont ces restes fossiles que Storms décrit dans sa *Troisième note sur les poissons fossiles du terrain rupelien* (1). Il résulte de ses recherches que les plaques dentaires de *Chimæra* découvertes dans l'argile rupelienne diffèrent des espèces rapportées à ce genre et qu'elles doivent appartenir à une espèce nouvelle : la *Chimæra rupeliensis*, qui serait la plus ancienne représentant ce genre. L'étude de la dent mandibulaire, qui, comme on vient de le dire, appartient à un poisson d'un genre éteint, conduit Storms à créer le genre *Amylodon,* nom qui rappelle l'absence de triturateurs distincts, caractère le plus remarquable de cette dent; il désigne l'espèce comme *Amylodon Delheidi*. Dans le même mémoire, l'auteur fait connaître des dents et des vertèbres de *Squatina angeloides* recueillis dans les briqueteries de Steendorp, et il retrace l'histoire géologique du genre *Squatina* dont on trouve des représentants depuis la période jurassique jusqu'à nos jours. Sous le nom de *Protogaleus latus*, Storms distingue une nouvelle espèce très commune dans ces mêmes briqueteries (*R2c*), et il désigne comme *Galeocerdo acutus* un type nouveau de l'argile rupelienne supérieure de Hemixem.

La série de mémoires sur ces fossiles du Rupelien publiés par notre regretté confrère dans les BULLETINS de notre Société se clôt par une *Quatrième note sur les poissons de l'argile rupelienne* (2). S'appuyant sur l'étude de restes fossiles recueillis par M. Delheid dans les briqueteries de Boom et de Rupelmonde, Storms signale un certain nombre de formes nouvelles qui ne se trouvent pas dans les listes des poissons du terrain rupelien. Il indique *Myliobatis* dont les palais et les piquants ne sont pas rares dans ce terrain, *Cetorhinus, Lepidosteus? Cottus cervicornis* n. sp. *Trigla* et *Pelamys*

Les Téléostéens du Rupelien ont fait en outre l'objet d'une note publiée

(1) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.,* t. VIII, 1894, MÉM., pp. 67-82.
(2) *Ibid.*, t. VIII, 1894, PR.-VERB., pp. 260-262.

par Storms en collaboration avec M. Dollo (1). Parmi les nombreux ossements de Téléostéens du Rupelien supérieur des collections du Musée royal et de celles de M. Delheid, les auteurs en déterminent une portion comme *Dictyodus* et sont d'avis que l'espèce belge est nouvelle; ils la désignent par *D. rupeliensis* D. et S. Ils font voir ensuite que le genre *Scomberodon*, créé par P. J. Van Beneden pour un des Scombridés de l'argile de Boom, et *Dictyodus* sont génériquement distincts et que ce dernier genre se sépare des Scombidés actuels, ce qui est aussi le cas pour *Scomberodon*. Ils n'ont pas trouvé cependant dans leur matériel une distinction générique entre *Scomberodon* et *Cybium*, et ils estiment qu'à l'avenir, *Sc. Dumonti* de P.-J. Van Beneden devra s'appeler *Cybium Dumonti*, interprétation qui est du reste en accord avec les données géologiques.

En 1889, Storms publie son mémoire *Sur la présence d'un poisson du genre Thynnus dans les dépôts pliocènes des environs d'Anvers* (2). Le terrain dans lequel les restes de Cétacés et de Squales sont si abondants n'a fourni qu'un petit nombre de Téléostéens, difficilement déterminables. Une vingtaine de vertèbres isolées de Téléostéens scaldisiens, indiquant des poissons de forte taille sont conservées au Musée d'histoire naturelle. Ce sont ces restes que Storms étudie dans cette notice. Presque toutes ces vertèbres doivent être rapportées à un poisson de la famille des Scombridés, car elles présentent un ensemble de caractères qu'on ne rencontre que dans la colonne vertébrale de certains genres de cette famille. Après avoir établi la détermination générique, *Thynnus* (*Orcynus Lütken*), et montré qu'on ne peut rapporter ces restes fossiles à des espèces déjà décrites, il crée, sous le nom de *Thynnus* (*Orcynus Lütken*) *Scaldisii*, une espèce nouvelle pour le grand Thon scaldisien, dont la taille pouvait atteindre près de 3 mètres. Un aperçu sur la répartition des thons fossiles dans les terrains géologiques, où ils se montrent à partir de l'Éocène, termine ce mémoire.

Sa notice sur un crâne de poisson presque complet découvert par M. G. Vincent, à Fonteny, dans un moellon de grès, parut en 1892 sous le titre : *Sur le Cybium* (*Enchodus*) *Bleekeri du terrain bruxellien* (3). A la suite d'une étude comparative de ces os fossiles et de ceux des genres voisins vivants, Storms rapporte ce poisson au genre *Cybium* de la famille des Scombridés. Comme les dents décrites et figurées par

(1) *Zool. Anz.*, Nr 279, 1888.
(2) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, 1889. Proc.-Verb., pp. 163-178.
(3) *Ibid.*, t. VI, 1892. Mém., pp. 3-14.

Winkler sous le nom d'*Enchodus Bleekeri* sont identiques à celles qui garnissent les mâchoires de la tête de poisson objet de ce travail, et comme elles proviennent du même terrain, il ne semble pas douteux à l'auteur qu'elles se rapportent à une même espèce, qui devra ainsi prendre le nom de *Cybium* (*Enchodus*) *Bleekeri*, Winkler.

A ces recherches sur les poissons de l'Éocène se rattachent celles que notre confrère a faites sur la faune ichthyologique de l'Éocène et qu'il avait commencé à publier dans sa *Première note sur les poissons wemmeliens* (Éocène supérieur de la Belgique) (1). Les matériaux qu'il étudie dans ce mémoire font partie des collections du Musée d'histoire naturelle et proviennent des gisements classiques du terrain wemmelien. Le spécimen déterminé par P.-J. Van Beneden comme *Dentex laekeniensis* ne peut se rapporter au genre *Dentex*, c'est un Acanthoptérygien perciforme qui doit être classé avec les *Sparidés*. Comme le Sparidé wemmelien ne rentre dans aucun des genres connus, Storms crée le genre nouveau *Ctenodentex* qui doit probablement être classé à côté de *Lutjanus*. Sous le nom de *Serranus Wemmeliensis*, il décrit une nouvelle espèce de poissons recueillie à Neder-over-Heembeek; cet Acanthoptérygien perciforme, comme le précédent, se place dans la famille des *Percidés*, et Storms prouve, par comparaison avec les espèces vivantes, que ce fossile ne se distingue par aucun caractère important du genre *Serranus*, mais diffère de toutes les espèces décrites jusqu'ici. Il crée donc une espèce nouvelle sous le nom de *Serranus Wemmeliensis*. Quelques petites têtes de Téléostéens, provenant aussi de Neder-over-Heembeek, sont rapportées à un Acanthoptérygien du genre *Apogon* et que l'auteur désigne d'après son caractère le plus important, la grandeur des écailles, par le nom d'*Apogon macrolepis* Sp. nov. Un crâne et un certain nombre de vertèbres, provenant probablement du même individu, découverts à Wemmel, se rapportent à un poisson de la famille des *Murœnidés* et paraît appartenir à un type plus primitif que *Myrus*. Storms crée pour le Murœnidé wemmelien le genre *Eomyrus*, et dédie l'espèce à M. Dollo.

Outre les travaux se rattachant à la paléontologie des poissons tertiaires, Storms a publié (2) une *Note sur un nouveau gîte fossilifère diestien* qu'il a découvert vers le haut des collines entre Meerhout et Eynthout. Il trouva dans ces points, à la surface, un assez grand nombre d'empreintes dans un grès formé de sables, de gravier ou de cailloux

(1) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, t. X., 1896. **Mém.**, pp. 198-240.
(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XI, *Bull.*, p. LXXXI.

cimentés par de la limonite. Ces fossiles correspondant assez bien à la faune diestienne signalée par M. Van den Broeck au Bolderberg, il arrive à la conclusion que cette formation littorale pourrait peut-être se rapporter aux sables à *Isocardia Cor* d'Anvers. Dans une autre note (1), il signale la présence d'une assez grande quantité de *Lingula Dumortieri* dans les sables qui recouvrent l'argile rupelienne à Hemixem; il est porté à les considérer comme diestiens. Un dernier travail se rapportant à de *nouveaux gîtes diestiens fossilifères* (2) nous fait connaître l'existence aux collines de Genebocheberg et Kepkensberg au Sud-Ouest de Quaedmechelen de blocs de grès ferrugineux dont plusieurs sont remplis d'empreintes de Lamellibranches. A Steengraeven, au Sud de Quaedmechelen, il trouva, dans un grès graveleux, une empreinte de *Pecten princeps* et dans les collines allant du Wentsberg au Cortenboos et au moulin de Baal, il constata la présence de *Pectunculus* et de *Ditrupa*. Enfin, il fait voir que *Venus multilamella* se trouve dans le grès diestien entre Meerhout et Meerhout-Gestel et dans un autre gîte de ces localités. A la suite de ces constatations, il est amené à envisager ces gîtes comme appartenant à la partie supérieure du Diestien et représentant les sables à *Isocardia Cor*.

Signalons enfin le mémoire que notre confrère consacra au suçoir de Remora et qui a paru sous le titre : *The adhesive disk of Echeneis* (3). Il y étudie la structure et la signification morphologique de la plaque qui recouvre la tête des poissons du genre Echeneis; il expose les raisons qui, au point de vue de la signification morphologique, le déterminent à admettre, suivant l'opinion la plus généralement reçue, que cette plaque est une nageoire dorsale transformée. Afin de résoudre la question controversée de la signification morphologique des éléments de cette plaque, il les examine en détail, ainsi que la structure d'une nageoire dorsale, et il établit l'analogie qui existe entre eux. Il est conduit à admettre que les lames pictinées sont constituées par l'élargissement latéral de la base des rayons spinaux et que les rayons spinaux proprement dits ont disparu par atrophie. Il recherche ensuite où la plaque s'est formée et conclut qu'elle s'est développée à la partie antérieure de la région dorsale et s'est déplacée ensuite jusqu'à l'extrémité de la tête. L'étude d'un bel exemplaire d'Echeneis (*E. glaronensis*), récemment découvert dans les schistes de Glaris, et qui est probablement

(1) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, p. CXIV.
(2) *Ibid.*, t. XII, *Bull.*, p. 104.
(3) *Ann. and Mag. of Nat. Hist. Sixth Ser.*, vol. II, p. 67.

un ancêtre des Echeneis actuels, confirme les conclusions auxquelles l'auteur est arrivé. L'examen de ce fossile lui suggère au sujet de la famille à laquelle il convient de rattacher le genre Echeneis et lui permet d'établir une comparaison entre la forme du corps de ce poisson et celle des espèces vivantes (*E. naucrates, E. remora*), dont il diffère à peu près également. Il arrive à la conclusion que le fossile de Glaris était un poisson constitué d'une manière plus normale que ne le sont ces deux espèces actuelles.

Storms laisse une œuvre inachevée : celle consacrée à la faune ichthyologique poederlienne, comprenant une cinquantaine de poissons recueillis par M. Delheid au Bassin America, à Austruweel, en 1888. Sa liste de ces fossiles a été publiée dans les *Procès-Verbaux* de notre Société du 18 décembre 1900, p. 332. Enfin un mémoire posthume sur *Carcharodon auriculatus* du terrain bruxellien, découvert à Uccle, présenté à la même séance, attend l'impression.

Ici est close la liste des travaux du regretté savant. Ils portent dans leur ensemble l'empreinte d'une activité qui ne s'est pas démentie, d'une intelligence cultivée qu'intéressaient les innombrables problèmes que la nature pose au chercheur. Rien ne faisait prévoir que cette œuvre dût être brusquement interrompue : les années avaient passé sur Storms respectant ses forces physiques; l'avenir lui souriait dans la sérénité de la famille, car il s'était marié assez tard déjà, mais encore dans l'été de la vie; son admirable organisation, fortifiée pour tous les sports intelligents et que n'avait flétrie aucun excès, semblait lui promettre une verte vieillesse. La mort le foudroya à Nice, où il était avec sa femme et sa mère, en mars 1900, et il tomba comme le chêne superbe encore paré de toute sa frondaison. Je me recueille et je résume l'histoire de cette belle vie en disant : il a passé en faisant le bien; il est entré dans ce mystère qu'on appelle la mort ayant accompli tâche d'homme : le travail et la charité.

SUR

LA PROPAGATION DES EAUX SOUTERRAINES

NOUVELLE MÉTHODE D'EMPLOI DE LA FLUORESCÉINE

PAR

Félix MARBOUTIN (1)
Ingénieur des arts et manufactures.

PLANCHE V.

La détermination d'un certain nombre d'éléments contenus dans les eaux destinées à l'alimentation a paru suffire, pendant de longues années, pour se prononcer sur leur qualité; aujourd'hui il n'en est plus ainsi.

Une teneur plus ou moins élevée en sels minéraux, une quantité assez forte de substances organiques ou organisées peut, il est vrai, faire rejeter une eau destinée à l'alimentation; mais une eau ne peut être déclarée bonne et buvable parce que l'analyste y constate l'absence de certains micro-organismes et la présence en quantité assez faible de quelques matières minérales ou organiques.

La détermination des substances dissoutes ou en suspension permet d'établir une comparaison entre deux échantillons, renseigne sur la nature de l'eau et sur son degré de pureté microbienne; mais la connaissance des teneurs des substances organisées ou non ne peut en général nous permettre de nous prononcer sur la bonne qualité des eaux.

(1) Conférence donnée à la séance spéciale d'hydrologie de la *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* le 25 juin 1901.

Il est, en effet, difficile de concevoir comment l'absence d'un petit nombre de micro-organismes connus et réputés nuisibles peut permettre à l'hygiéniste de se prononcer, lorsque des milliers de ces petits êtres, aujourd'hui inconnus ou d'une recherche des plus délicates, peuvent nous menacer.

La virulence des bacilles ne doit-elle pas elle-même entrer en jeu et peut-être serons-nous amenés un jour à constater que la présence de certains micro-organismes nous est aussi indispensable que l'eau elle-même.

L'hygiéniste doit avant tout se préoccuper *des origines de l'eau, des causes de pollution que cette eau peut rencontrer avant d'être consommée et de l'auto-épuration qu'elle a pu subir.*

Il doit rechercher les diverses phases par lesquelles l'eau a pu passer, et y suivre les variations des divers éléments contenus dans l'eau. Il doit en un mot reconstituer jour par jour, heure par heure, ce que l'on pourrait appeler l'*histoire des molécules d'eau* avant leur arrivée au point où elles sont livrées à la consommation.

J'ai indiqué (1) à la Société des ingénieurs civils de France quelles étaient les grandes lignes d'une étude des eaux de sources. Cette étude n'est pas inconnue à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie; le programme établi, en 1880, par sa Section d'Hydrologie est des plus nets : il a marqué le chemin du progrès.

Les travaux publiés depuis, par les savants que la Société s'honore d'avoir à sa tête, en font foi : ils sont autant de jalons sur la voie que nous suivons.

En France, la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire de Montsouris (2) a eu tout dernièrement l'occasion d'entrer

(1) FÉLIX MARBOUTIN, Nouvelle méthode d'étude des eaux de sources. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France,* février 1901.

(2) *Travaux de la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal pour 1899-1900.* Paris, 1901.

La Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris est ainsi composée :

Président : M. de Selves, préfet de la Seine;

Membres : MM. Chautard, Labusquière, Landrin, Navarre, Ambroise Rendu, conseillers municipaux; Adolphe Carnot, membre de l'Institut; docteur Cornil, membre de l'Académie de médecine; Duclaux, membre de l'Institut; Riche, membre de l'Académie de médecine; docteur Roux, membre de l'Institut; Schlœsing, membre de l'Institut.

En outre assistent aux séances de la Commission avec voix consultative :

MM. Autrand, secrétaire général de la préfecture; Defrance, directeur administratif des services de la voie publique, des eaux et égouts; Hyerard, directeur du cabinet

résolument dans la voie nouvelle; sous l'impulsion des savants que M. le Préfet de la Seine a su réunir dans cette commission, les méthodes anciennes ont été profondément modifiées et ses travaux, auxquels j'ai eu l'honneur de participer, permettent de résumer comme suit le programme à réaliser pour l'étude des sources.

Programme d'étude d'une source destinée à l'alimentation.

1° Détermination des trajectoires des molécules d'eau arrivant aux émergences.

2° Détermination du périmètre d'alimentation.

3° Détermination des causes de pollution continues ou intermittentes qui existent dans ce périmètre.

4° Détermination de la nature de l'eau et de son degré de pureté.

Je ne m'occuperai ici que de la partie expérimentale ayant trait à la propagation souterraine des molécules liquides. On trouvera dans le mémoire publié par la Société des ingénieurs civils de France les principes de la nouvelle méthode d'étude des eaux de source (1).

I. — Trajectoires des molécules arrivant aux émergences.

L'étude de la propagation des eaux souterraines au moyen des matières colorantes remonte à près d'un demi-siècle. On employait la fuchsine, le bleu de méthyle, les sels de fer, la fluorescéine, etc., que l'on jetait dans les pertes de rivières dans le but de vérifier si ces

du préfet de la Seine; Le Roux, directeur des affaires départementales; Menant, directeur des affaires municipales; Bechmann, ingénieur en chef du service de l'assainissement; Babinet, ingénieur en chef des dérivations; Geslain, ingénieur des ponts et chaussées, inspecteur du service des aqueducs; Hetier, ingénieur en chef du département; Janet, ingénieur en chef au corps des mines; docteur A.-J. Martin, inspecteur général de l'assainissement et de la salubrité: docteur Henry Thierry, inspecteur-adjoint de l'assainissement et de la salubrité de l'habitation; Albert Levy, chef du service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris; docteur Miquel, chef du service micrographique de l'Observatoire municipal de Montsouris; Marboutin, sous-chef du service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris; Cambier, sous-chef du service micrographique de l'Observatoire municipal de Montsouris; Dienert, chef du service local de surveillance des sources de la ville de Paris pour la région de l'Avre et des sources avoisinantes; Le Couppey, ingénieur agronome.

(1) F. Marboutin, *Loc. cit.*

pertes étaient en communication avec certaines sources qui jaillissaient avec un débit assez important.

Ces études n'avaient rien de précis, et les molécules d'eau colorée échappaient souvent aux expérimentateurs, soit parce qu'elles apparaissaient en des points qui n'étaient pas surveillés, soit parce qu'elles passaient aux émergences pendant la nuit.

J'ai donné une méthode générale qui permet d'opérer d'une manière systématique.

Dans les expériences exécutées par mes devanciers, on n'observait que le point de départ et le point d'arrivée de la matière colorante, sans s'inquiéter des chemins parcourus.

Dans mes expériences, on recherche la matière colorante au fur et à mesure de son déplacement; de telle sorte que l'on peut arriver à connaître les trajectoires suivies par les molécules d'eau et à représenter la propagation de ces molécules par des courbes : *lieux des points où les molécules d'eau colorée arrivent au même instant.*

Ces courbes, que j'avais d'abord appelées *isochrones* et que M. Léon Janet, ingénieur en chef au Corps des Mines, a proposé d'appeler *isochrono-chromatiques*, mettent en évidence les lignes de plus grande propagation de la nappe.

J'ai, de plus, généralisé l'emploi de la fluorescéine en donnant le moyen de faire une expérience en un point quelconque d'une région où le niveau piézométrique de la nappe à étudier est inférieur à celui du sol.

Les expériences établissant la propagation des eaux souterraines sont donc possibles en tout lieu, qu'il y ait perte ou non de rivières.

La planche V indique les courbes isochrono-chromatiques que j'ai obtenues dans la région de Verneuil (Eure).

Ces courbes montrent que :

1° La fluorescéine se déplace souvent suivant un secteur considérable dont l'angle au centre est voisin de 180°;

2° Le déplacement des molécules liquides se fait d'une manière fort irrégulière, les courbes accusant des zones stagnantes et des lignes de plus grande propagation;

3° La propagation des nappes liquides souterraines se fait d'une manière totalement différente de la propagation des eaux superficielles;

4° Le relief du sol n'a aucune influence sur la propagation des eaux souterraines.

Les études géologiques de M. Léon Janet ont montré que :

La région qui s'étend depuis les sources de l'Avre supérieure et de

ses affluents jusqu'à Verneuil est faiblement inclinée vers le Nord-Est. Les assises géologiques plongent également vers le Nord-Est, mais avec une pente un peu plus forte, si bien qu'en descendant le cours des rivières supérieures, on trouve des assises de plus en plus récentes.

L'étage cénomanien, représenté par des sables quartzeux (sables du Perche) intercalés de craie glauconieuse est en affleurement au Sud d'une ligne passant par Raudonnaï, Irai, Saint-Maurice, Moussonvilliers, Reveillon et La Férté-Vidame.

L'étage turonien, constitué par de la craie marneuse, repose sur le Cénomanien au Nord de la même ligne.

L'étage sénonien, constitué par de la craie blanche, recouvre l'étage turonien à partir d'une ligne passant par Baslines, Rueil-la-Gadelière et Brezolles.

L'argile à silex recouvre d'un épais manteau les craies cénomanienne, turonienne et sénonienne, et constitue le sol de la région recouverte d'*alluvions modernes* dans la partie haute des vallées de l'Avre supérieure et de ses affluents. Elles rendent, là où elles existent, le sol à peu près imperméable.

Le tracé des courbes isochrono-chromatiques implique naturellement la détermination de l'arrivée de la fluorescéine en un grand nombre de points. Les puits de la région qui vont rejoindre la nappe à étudier sont tout indiqués comme postes d'observations; mais, s'ils font défaut, on devra exécuter des forages.

Les expériences à l'aide des matières colorantes ne peuvent être effectuées sans colorer les puits de la région où l'on opère : c'est là un grave inconvénient.

Les populations s'imagineraient bien vite que les puits sont empoisonnés, et les expériences seraient rendues impossibles si la coloration des eaux était trop intense.

Il faut pouvoir opérer sans éveiller la susceptibilité des habitants; il faut que seul l'opérateur puisse reconnaître la présence de la matière colorante.

On arrive facilement à ce résultat en employant la fluorescéine et le fluoroscope.

La fluorescéine est une substance dichroïque; sa solution, rouge par transparence, est verte par réflexion. Elle est douée d'une propriété spéciale assez mal définie à qui elle doit son nom : elle est *fluorescente;* c'est cette propriété qui la caractérise et qui permet de se prononcer avec sécurité dans les recherches de coloration des eaux.

Le pouvoir colorant de la fluorescéine est assez faible si l'on examine la solution par transparence; mais il en est tout autrement si l'examen se fait par réflexion.

La coloration verte est visible à l'œil nu à la dilution du *dix-millionième* dans un vase en verre ordinaire; on peut encore la déceler à l'œil nu, au quarante-millionième, dans un ruisseau où l'eau coule sur 20 ou 30 centimètres d'épaisseur.

Si l'on examine une solution dans un tube de 1 mètre de long, fermé à une extrémité par un bouchon de caoutchouc noirci à la plombagine, on voit que certaines fluorescéines commerciales peuvent être decelées dans une solution au dix-milliardième (1).

En se basant sur l'écart existant entre la visibilité à l'œil nu et la visibilité au fluoroscope, on peut concevoir qu'il est possible de jeter dans la nappe souterraine une quantité de fluorescéine telle que la coloration soit seulement visible au fluoroscope et, par conséquent, inappréciable pour les habitants de la région où l'on opère.

L'emploi du fluoroscope a de plus l'avantage de permettre d'employer des quantités de fluorescéine infiniment moindres que lorsque l'on opère avec la vision directe, puisque la limite de visibilité est au moins deux à trois cents fois plus faible.

Principe de la méthode et mode opératoire.

La méthode comporte trois genres d'opérations :

1° On verse en un point de la nappe souterraine à étudier une certaine quantité de solution de fluorescéine, en même temps qu'un volume d'eau suffisant pour surélever le niveau piézométrique et créer un déplacement de la fluorescéine dans la nappe;

2° Des prélèvements systématiques d'échantillons d'eau sont faits, d'heure en heure, dans tous les puits ou sources du voisinage, à partir de l'origine du jet;

3° Les échantillons sont examinés au fluoroscope par série de même provenance.

A. *Jet de la fluorescéine.* — Le jet de la fluorescéine peut se faire en

(1) F. Marboutin, Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 11 février 1901.)

tous les points où l'on rencontre une perte de ruisseau ou de rivière, soit dans un bétoire (1), soit dans un lit poreux.

On peut encore opérer le jet dans une rivière souterraine, dans un puisard, et d'une manière plus générale, en tout point où le niveau piézométrique de la nappe est inférieur au niveau du sol, au besoin dans un forage spécialement creusé pour cet usage.

La quantité de fluorescéine à jeter dépend de la nature et de l'importance de la nappe souterraine; il faut essayer d'avoir une coloration représentant une dilution au milliardième avec des eaux parfaitement limpides. Dans le cas où les eaux seraient troubles, il sera prudent de chercher à avoir une dilution se rapprochant du cent-millionième.

J'ai employé 400 grammes de fluorescéine pour l'expérience du bétoire de Veau-Renard (planche V, figure de gauche) en terrain crétacé; le jet a été pratiqué de manière à verser dans la nappe environ 300 grammes de fluorescéine à l'heure. La nappe alimentait un certain nombre de sources qui débitent environ 1 500 litres à la seconde, soit 5 400 mètres cubes à l'heure.

Dans d'autres circonstances, j'ai employé des quantités variables de $0^{gr},300$ à 1 kilogramme pour des distances variables de 2 kilomètres à 17 kilomètres avec des nappes ayant un débit moyen de 1 000 litres à 2 000 litres à la seconde.

Je jette en général 1 kilogramme de fluorescéine à l'heure pour un débit présumé de la nappe d'environ 2 mètres cubes à la seconde.

La durée du jet dépend essentiellement du résultat à atteindre et de la puissance d'absorption du bétoire, du puisard ou du forage; mais je ferai remarquer que dans le cas d'un forage l'on est à peu près maître de la charge sous laquelle se fait l'absorption, et, par suite, on peut augmenter le pouvoir absorbant dans une certaine mesure.

Lorsque l'on a de grandes masses d'eau à colorer, il est quelquefois avantageux de prolonger la durée du jet.

Lorsque l'on opère dans une rivière qui n'est absorbée que partiellement, on devra toujours essayer d'isoler la partie absorbante pour éviter l'entraînement de la fluorescéine dans le courant, et l'on sera conduit à jeter le plus rapidement possible de fortes quantités de fluo-

(1) Les bétoires, connus sous des noms très divers (bimes, endouzairs, etc.), sont les points où un effondrement, une fissure, rencontre le lit d'un ruisseau ou d'une rivière, le niveau piézométrique de la nappe souterraine étant inférieur au niveau du sol en ce point.

rescéine si l'isolement n'est pas possible ; c'est ainsi que j'ai été amené à jeter 1 kilogramme de fluorescéine à la minute dans un fleuve dont le débit était d'environ 100 mètres cubes à la seconde.

Dans les terrains sableux, on aura le plus souvent intérêt à colorer fortement la nappe.

Dans tous les cas, il y aura lieu de surélever artificiellement le niveau piézométrique au point où se fait l'absorption, afin de faciliter l'introduction de la fluorescéine dans la nappe et rendre la dilution de la matière colorante aussi parfaite que possible. Lorsque l'absorption se fait par l'intermédiaire d'un bétoire, l'isolement de ce bétoire et la surélévation du niveau de l'eau faciliteront l'absorption. Lorsqu'il s'agit d'un puisard ou d'un puits foré, il y aura toujours lieu de créer artificiellement une arrivée d'eau dans le puisard ou le puits foré, même après le jet de la fluorescéine, pendant une durée de plusieurs heures.

B. *Prélèvements des échantillons.* — Les prélèvements d'échantillons doivent se faire d'heure en heure aux points qui sont en relation avec la nappe à étudier.

Un relevé systématique des puits et sources de la région, et au besoin un nivellement barométrique, permettront d'éliminer les puits ou sources qui sont manifestement hors de la zone de circulation de la fluorescéine ; tous les autres devront être examinés, quel que soit le degré hydrotimétrique de leurs eaux. Nous avons, en effet, montré que les puits alimentés par la même nappe pouvaient avoir des degrés hydrotimétriques très différents, selon qu'ils se trouvaient dans le voisinage des lignes de plus grande propagation ou dans les régions stagnantes de la nappe.

Ce relevé fait, on donnera aux agents chargés des prélèvements autant de fois douze flacons qu'ils auront de puits à surveiller.

Les agents prélèveront dans chaque puits ou source des échantillons d'eaux, d'heure en heure, en ayant soin d'inscrire sur les flacons le nom du puits, la date et l'heure du prélèvement.

Les échantillons prélevés pendant les douze premières heures seront ensuite examinés au fluoroscope le plus tôt possible.

Il y a lieu de ne faire cesser les prélèvements en un point que lorsque l'on s'est assuré du passage de la fluorescéine, ou lorsque l'on est arrivé à la certitude que le puits ne pourra pas être coloré, soit parce qu'il n'est pas situé sur la direction générale des trajectoires des molécules liquides, soit parce que le déplacement observé de la fluorescéine montre qu'il ne se trouve pas en rapport avec la nappe étudiée.

On réalisera des économies très sensibles, en temps et en argent, en

opérant par zones concentriques au point où l'on aura pratiqué le jet et en déplaçant les agents des prélèvements, au fur et à mesure de l'avancement de la fluorescéine.

Dans tous les cas, les douze premières heures d'observation doivent comprendre tous les puits, à une distance moindre de 2 500 mètres du point où s'est effectué le jet, et les premières observations doivent dater de l'origine du jet de la matière colorante.

C. *Examen au fluoroscope.* — Notre fluoroscope se compose de douze tubes en cristal spécial, aussi blanc que possible, provenant d'une même coulée.

Les tubes ont environ 95 centimètres de hauteur; ils sont bouchés à une de leurs extrémités par un bouchon en caoutchouc, noirci au moyen de plombagine en poudre.

La boîte qui sert au transport des tubes contient deux montants qui se fixent verticalement sur les côtés de la boîte, au moyen d'écrous à oreilles ; les extrémités libres de ces montants reçoivent une traverse percée de douze trous, et le tout constitue un support pour les douze tubes (1).

L'examen des échantillons se fait en comparant entre eux les échantillons provenant d'un même puits. A cet effet, on remplit les douze tubes au moyen des douze flacons prélevés pendant les douze premières heures, en ayant soin de les ranger dans l'ordre des prélèvements.

L'examen se fait en examinant les tubes dans la direction de l'axe.

L'apparition d'une teinte verdâtre indique la présence de la fluorescéine; un petit cône lumineux fluorescent, que l'on percevra dans le voisinage du bouchon en caoutchouc, sera l'indice certain que l'on n'a pas affaire à la coloration propre de l'eau.

Il est souvent commode pour un débutant d'avoir une gamme de tubes contenant des teneurs de fluorescéine de plus en plus diluée avec l'eau du puits soumis à l'examen; mais on s'habitue très rapidement à discerner des traces de fluorescéine, qu'un œil exercé ne confond pas avec la teinte verte propre à certaines eaux.

Nous avons attiré l'attention (2) sur la qualité de la fluorescéine à employer. Nous croyons utile d'éveiller à nouveau l'attention des expérimentateurs sur le pouvoir colorant de la fluorescéine commerciale.

(1) On trouvera ces fluoroscopes chez M. Chabaud, 58, rue Monsieur-le-Prince, à Paris.

(2) Félix Marboutin, *loc. cit.*

Nous avons eu des produits dont le pouvoir colorant limité était des plus faibles; il y a toujours lieu de procéder à un essai.

Une bonne fluorescéine pour coloration des eaux doit être visible au fluoroscope à la dilution du *dix-milliardième.*

L'examen de coloration doit se faire en plein jour en se plaçant devant un mur blanc et en ayant soin d'éviter un fond de verdure.

Courbes isochrono-chromatiques. — Conclusions.

Lorsque l'on aura obtenu un certain nombre de points colorés, il sera facile de tracer des courbes *isochrono-chromatiques;* pour cela, on placera sur la carte de la région les points où l'on a obtenu une coloration, et l'on joindra ces points à celui où l'on a fait le jet. La ligne ainsi obtenue sera divisée en un nombre exact de parties égales, ce nombre étant égal au nombre d'heures que la fluorescéine a mises à arriver au point considéré, et ces points seront numérotés en partant de l'origine du jet.

En joignant les points correspondant à la dixième heure, on aura la courbe-lieu des points où la fluorescéine est arrivée au bout de ce temps. Les autres courbes s'obtiendront de la même manière en opérant par interpolation, s'il y a lieu.

La planche (1) annexée (planche V) représente une partie de la vallée de l'Avre, aux environs de Verneuil; j'ai donné plus haut la description géologique de cette vallée d'après les études de M. Léon Janet, ingénieur en chef des mines.

Cette planche comporte deux cartes figurant deux expériences de coloration des eaux souterraines, l'une faite au bétoire de Veau-Renard, l'autre au bétoire du Haut-Chevrier.

L'expérience du bétoire du Veau-Renard, sur le Buternay, a donné des courbes qui mettent en évidence la ligne de propagation passant par les Harangères, la ferme de l'Orme, la source Ganderolle et la rive droite de la Vigne.

L'expérience du bétoire du Haut-Chevrier sur le ruisseau de Lamblore met en évidence la zone de stagnation des environs de Hérangeville et de Bois-Spert, ainsi que les lignes de grande propagation passant par

(1) *Extraits des travaux de la Commission scientifique de l'Observatoire municipal de Montsouris pour les années 1899-1900.* Paris 1901.

Morvilliers, Beauche, la Varenne, la source des Trois-Mulets, en laissant à gauche la vallée de la Vigne.

On peut, en outre, remarquer que les lignes de grande propagation sont toujours situées dans le voisinage de mardelles.

Il peut arriver que les eaux superficielles s'engagent dans de véritables rivières souterraines isolées de la nappe aquifère des puits, soit en tout temps, soit seulement en basses eaux. Dans ce cas, il sera impossible de tracer des isochrono-chromatiques, puisque l'on n'aura, en général, que deux points à sa disposition : l'arrivée et le point où s'est effectué le jet.

Mais, inversement, lorsque, malgré des recherches répétées, on n'arrive pas à avoir de puits colorés, il y a de fortes présomptions pour que l'on ait affaire à une rivière souterraine. Dans ce cas, l'examen attentif de la région mettra, en général, en évidence des effondrements plus ou moins nombreux sur le parcours de cette rivière, ce qui permettra de la jalonner.

Un nivellement de la nappe, fait au baromètre altimétrique, donnera les pentes moyennes et permettra, dans certains cas, de montrer que cette rivière est isolée de la nappe.

Enfin, la température des puits fera ressortir des différences souvent assez prononcées avec la température de la source qui, elle-même, suivra les variations de température des eaux superficielles dont elle est l'exutoire.

Dans une même région, avec une nappe aquifère circulant dans la même couche géologique : la craie, j'ai observé plusieurs phénomènes qui me paraissent susceptibles de l'interprétation suivante :

1° La fluorescéine se montre en des points très nombreux et dans un secteur dont l'angle au centre est voisin de 180° : cela indique l'existence d'une véritable nappe.

La carte de l'expérience du Haut-Chevrier en est un exemple. On pourra voir sur cette carte des lignes de grande propagation passant par Morvilliers, Beauche, la Varenne et la source des Trois-Mulets.

Dans cette expérience, il a été versé dans le bétoire du Haut-Chevrier, dans la vallée de Lamblore, 900 grammes de fluorescéine, à raison de 450 grammes à l'heure; la fluorescéine a été décelée jusqu'à 11 kilomètres du point où se faisait le jet et sur une superficie de 80 kilomètres carrés environ; la vitesse moyenne de propagation a été de 130 mètres à l'heure.

2° La fluorescéine ne se montre dans aucun puits; elle apparaît à une des sources ou à un même groupe de sources: cela indique la pro-

babilité d'une sorte de canalisation souterraine existant entre le point où s'est fait le jet et les sources qui ont été colorées. Dans ce cas, les sources seront colorées d'une façon assez intense et souvent pendant un temps assez long; ce dernier phénomène provenant de ce que la canalisation souterraine rencontre de véritables lacs, dont la présence sera la plupart du temps décelée par des effondrements visibles à la surface du sol, sous forme de mardelles.

II. — Périmètre d'alimentation.

Le périmètre d'alimentation d'une source ou d'un groupe de sources limite la zone dans laquelle une molécule d'eau tombant à la surface du sol peut se retrouver aux émergences des sources.

Ce périmètre est, en général, composé d'une seule courbe fermée; mais dans le cas où des rivières se perdent, soit totalement, soit en partie, et où l'eau ainsi perdue contribue à l'alimentation des sources, il faudra compter dans le périmètre tout le bassin de la rivière situé en amont des pertes.

La détermination de ce périmètre se faisait autrefois par un calcul fort simple, basé sur la tranche d'eau tombée dans la région.

On ne saurait trop s'élever contre cette méthode. Indépendamment de l'incertitude qu'il y a dans la détermination du coefficient à adopter pour tenir compte de l'eau évaporée et des eaux du ruissellement, il n'y a guère qu'un seul cas où cette méthode puisse être appliquée. C'est le cas où cette nappe souterraine a comme seul exutoire la source ou le groupe de sources considéré. C'est le cas des sources d'*affleurement* lorsque la couche imperméable qui supporte la nappe d'eau rencontre la surface du sol suivant une couche fermée, comme cela a lieu, par exemple, pour certaines collines des environs de Paris, telle que la butte de Montmorency.

En adoptant la proportion de 40 à 50 % pour l'eau pénétrant dans le sol, on est souvent beaucoup au-dessus de la vérité.

On a, en effet :

Débit annuel (litres) = Surface (mètres m^2) × K × Hauteur (^{mm}).

Pour un débit journalier de 100 000 mètres cubes, ce qui est le cas des sources de la Vanne, on aurait donc :

$$100\,000 \times 365 = S \times K \times 500. \qquad S = \frac{1}{K} \times 7\,300.$$

L'expérience nous a montré que pour le bassin de la Vanne :

$$\frac{1}{K} = \frac{7}{100}.$$

Le périmètre de l'alimentation, qui ne serait que d'environ 100 kilomètres carrés pour les sources dites de l'Avre, par le calcul qui vient d'être cité, est, en réalité, d'environ 400 à 500 kilomètres carrés, ainsi que l'ont démontré les expériences de coloration à la fluorescéine.

Nouvelle méthode de détermination du périmètre d'alimentation.

La détermination du périmètre d'alimentation des sources s'obtiendra très facilement en répétant les expériences de fluorescéine donnant les trajectoires des molécules liquides en des points de plus en plus éloignés de la région des sources.

On arrivera ainsi à délimiter la zone où les molécules d'eau se dirigent vers les sources de celles dont les molécules parcourent des trajectoires n'ayant aucun lien avec les sources.

Cette zone doit être déterminée en saison sèche et en saison pluvieuse, car la variation du niveau piézométrique de la nappe peut amener des variations dans la zone d'alimentation.

On ne devra pas omettre de comparer les résultats ainsi obtenus avec les résultats qu'auront donnés les études géologiques, et, en particulier, on devra rapprocher les limites du périmètre d'alimentation des limites que l'on peut obtenir à l'aide des axes anticlinaux de la couche géologique dans laquelle circule la nappe aquifère.

La configuration des surfaces de niveau piézométrique doit aussi contribuer à la détermination du périmètre d'alimentation. Malheureusement, il n'y aura que fort peu de cas où cette surface pourra être tracée avec assez d'exactitude. La nappe des puits ou nappe phréatique est, en général, différente de la nappe des sources, et dans une même région souvent on ne rencontrera que peu de puits allant jusqu'à la nappe profonde qui alimente les sources.

Pour déterminer cette surface piézométrique, il suffit de faire un nivellement des margelles des puits allant rejoindre la nappe et de mesurer la profondeur à laquelle l'eau affleure au-dessous de la margelle.

Ces éléments obtenus, on a la cote de la surface de l'eau dans le puits, c'est-à-dire le niveau piézométrique du point considéré.

Il suffira alors de transporter ces cotes sur une carte de la région et de tracer des courbes de niveaux qui représenteront la surface piézométrique de la nappe considérée. Il ne sera pas, en général, nécessaire de faire un nivellement très exact. L'emploi du baromètre altimétrique est tout indiqué et donnera le plus souvent des résultats très suffisants.

Usage des courbes isochrono-chromatiques dans les projets de captage ou de drainage.

Nous avons vu que les courbes isochrono-chromatiques donnent les lignes de plus grande propagation des nappes d'eau souterraines, c'est-à-dire les lignes qui sont le plus recherchées dans les projets de drainage d'un coteau ou d'une plaine.

Il suffira, en effet, d'établir les drains principaux suivant ces lignes. Ces drains seront les collecteurs naturels de la nappe, dont le drainage sera complété par une série de galeries secondaires disposées perpendiculairement aux premières. L'importance et le nombre de ces galeries seront eux-mêmes déterminés par l'écartement des courbes isochrono-chromatiques, qui indiquent les régions où les molécules d'eau circulent avec de plus ou moins grandes facilités.

LES

CAVERNES PÉNÉTRABLES A L'HOMME

DANS

LA CRAIE DU BASSIN ANGLO-PARISIEN (1)

PAR

Max LE COUPPEY DE LA FOREST
Ingénieur-agronome,
Secrétaire de la Commission d'études des eaux de la ville de Paris.

PLANCHE VI

La possibilité de l'existence de cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin de Paris, sans avoir été précisément niée par les géologues, a été considérée jusqu'à maintenant par eux comme très douteuse. C'était l'observation même des caractères physiques de ce terrain qui les amenait à professer une pareille opinion.

La craie, en effet, ainsi que l'ont montré tous les auteurs qui s'en sont occupés, est une roche imperméable par elle-même, dont la fissuration permet seule aux eaux souterraines d'y circuler. Alors deux cas peuvent se présenter.

Si les fissures ne sont pas nombreuses, l'eau n'a que peu de voies par lesquelles elle peut s'écouler : par suite, elle tend sans cesse à augmenter les dimensions des chemins qu'elle parcourt. Si, de plus, la craie présente une force suffisante de résistance à l'écrasement, les cavernes produites ne se comblent pas par effondrement, mais s'agrandissent au

(1) Conférence donnée à la séance spéciale d'hydrologie de la *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* le 25 juin 1901.

contraire sans cesse par suite des trois actions combinées de l'eau : dissolution chimique, érosion mécanique, pression hydrostatique. Elles peuvent finir par être comparables à celles existantes dans les calcaires oolithiques des Causses et des Cévennes et mises en relief surtout depuis les nombreuses explorations de M. E.-A. Martel.

C'est ainsi que s'est produite, dans la craie sénonienne de la Charente, la grotte de Miremont. Cette grotte, qui a été décrite en maints endroits (1) et qui possède des galeries d'un développement de 1 kilomètre, doit sans aucun doute son origine à l'agrandissement de lithoclases préexistantes de la craie, agrandissement provoqué par les eaux absorbées dans un aven.

Si les fissures de la craie sont au contraire très nombreuses et constituent un réseau capillaire de circulation souterraine pour l'eau, alors il n'en est plus de même. L'eau a une telle multitude de chemins par lesquels passer, qu'elle ne s'amasse nulle part et peut toujours s'écouler librement. Elle ne provoque pas la formation de cavernes.

Ce cas se présente pour la craie du bassin anglo-parisien, qui cependant est du même âge que celle de la Charente. Mais, par suite de diverses circonstances postérieures à son dépôt, parmi lesquelles on peut noter les mouvements répétés de l'écorce terrestre en cette région, elle est sillonnée d'une infinité de cassures. Ces fissures innombrables souvent microscopiques et toujours enchevêtrées, que, vu leurs faibles dimensions, M. Daubrée a proposé d'appeler des diaclases ou fils, constituent un tel réseau de circulation pour les eaux souterraines que celles-ci finissent par s'établir en une sorte de nappe, ainsi que l'ont montré différents auteurs (2).

L'eau, ne rencontrant que peu d'obstacles dans son parcours, n'augmente que peu les dimensions des diaclases qu'elle traverse et ne doit que très rarement les transformer en cavernes ou même en boyaux de quelque amplitude.

D'autre part, dès qu'un couloir commence à se creuser, il a tendance à se combler par effondrement, le terrain manquant de solidité.

(1) Allou, Notice sur la grotte de Miremont (*Annales des mines*), t. VII, 1822. — Depping, *Merveilles de la nature en France*. — Larousse, *Encyclopédie*, t. X. — E.-A. Martel, *Les Abîmes*, p. 370.

(2) Léon Janet, Enquêtes géologiques sur les régions de l'Avre et de la Vanne (*Travaux de la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris* (Paris 1900, in-4°, pp. 103 et 390). — A. Rutot et E. Van den Broeck, Les puits artésiens de Vilvorde (*Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, Procès-Verbaux des séances*, t. III, 1889, p. 219).

Théoriquement, on ne doit pas rencontrer de cavernes dans la craie du bassin de Paris; pratiquement, on n'en connaît presque aucune.

L'observation de toutes les coupes soit naturelles, soit artificielles, de cette craie montre que partout elle est sillonnée de diaclases dont les plus importantes n'ont que des dimensions insignifiantes. En particulier, l'examen des falaises crayeuses qui s'étendent depuis l'embouchure de la Seine jusqu'aux limites du pays de Caux, ou qui bordent les rivières de Seine et d'Eure, établit que si cette formation est parcourue par d'innombrables fissures laissant suinter l'eau (1), aucune d'entre elles ne s'élargit assez pour devenir une caverne naturelle praticable (2).

L'étude de la craie qui s'est déposée dans la partie du bassin anglo-parisien situé en Belgique et qui est dénommée craie de la Hesbaye et craie de Hainaut amène aux mêmes conclusions. MM. A. Rutot et E. Van den Broeck n'y ont jamais vu de cavernes praticables et ils ont émis la pensée (3) qu'on n'y trouverait guère que des canaux et des fissures élargies pouvant dans certains cas atteindre peut-être la dimension de petits couloirs étroits de caverne.

Du reste, on ne connaissait jusqu'à présent comme caverne de la craie du bassin de Paris que celle des puits des Boscherons et de Gaudreville (Eure).

La première fut découverte vers 1860 à la base d'un puits à marne de $19^{m},60$ de profondeur. Ce n'était alors qu'une grotte de 3 à 4 mètres de long et de 1 ou 2 mètres de large, sur autant de haut. Elle fut considérablement agrandie dans la suite par des marnerons qui extrayaient la pierre, puis par M. Ferray, d'Évreux, qui avait entrepris une étude hydrologique du département de l'Eure. Des galeries furent percées de différents côtés par ce dernier (4) pour retrouver, tant en amont qu'en aval, un cours d'eau souterrain qui traversait la galerie originelle. Grâce aux travaux exécutés, on put mesurer assez exactement le débit de ce ruisseau : il donne de 150 à 350 litres à la seconde.

La deuxième caverne, celle du puits de Gaudreville, fut trouvée par M. Ferray lui-même (5). Poursuivant les recherches commencées au

(1) DAUBRÉE, *Les eaux souterraines*. — PASSY (*Géologie de la Seine-Inférieure*, p. 290. Rouen 1832, in-4°). — E.-A. MARTEL, *Loc. cit.*, pp. 170 et 410.

(2) A l'exception peut-être d'une grotte à stalactites située sur la rive gauche de la Seine, entre la Bouille et Jumiéges, et qui serait peut-être d'origine naturelle. PASSY, *Loc. cit.*

(3) VAN DEN BROECK, *Dossier hydrologique des terrains calcaires*, pp. 424 et 429.

(4) E. FERRAY, *Hydrologie du département de l'Eure*, ÉVREUX, 1896, in-8°, pp. 70-76.

(5) E. FERRAY, *Loc. cit.*, p. 72.

puits des Boscherons, il avait creusé, à quelque cent mètres en amont, un puits sur l'emplacement d'un effondrement naturel. A 50 mètres de profondeur, il tomba sur une caverne de dimensions analogues à celle des Boscherons et parcourue de même par un cours d'eau. Mais cette deuxième caverne n'est plus accessible, le puits foré par M. Ferray ayant été comblé par crainte des éboulements possibles.

Ces deux cavernes étaient les seules connues dans la craie du bassin de Paris (1). Elles ne mesurent que quelques mètres de galeries.

Ayant eu à faire une étude hydrologique du versant gauche du bassin de la Vanne, affluent de la rivière d'Yonne, nous avons eu l'occasion de découvrir plusieurs cavernes naturelles pénétrables, assez importantes de la craie sénonienne, qui dans cette région a une puissance de plus de 80 mètres.

Nous nous proposons d'exposer ici succinctement le résultat de nos explorations.

I. — Vallée de La Guinand.

La vallée de La Guinand descend de la forêt d'Othe et vient à Berluviers (2) se réunir à celle du rû de Bérulles, affluent de la Vanne. Elle n'est parcourue par aucun ruisseau, mais une série d'effondrements naturels, qui, dans sa partie supérieure, jalonnent son thalweg, semblent indiquer la présence d'un cours d'eau souterrain.

Trois de ces effondrements sont, en amont du hameau de La Guinand, échelonnés sur une distance de 700 mètres. Ils ont une profondeur de 3 à 4 mètres et une largeur de 1 à 2 mètres. Un quatrième se trouve à 600 mètres en aval du hameau : il a la forme très caractérisée d'un entonnoir et a 10 mètres de diamètre sur 3^{m},50 de profondeur.

Tous ces abîmes ont leur fond recouvert par des terres éboulées et on n'y aperçoit l'eau qu'après les grandes pluies, quand le niveau de la nappe souterraine est notablement surélevé. Ils sont d'origine assez récente : le plus ancien, le dernier cité, date de 1883. Nous remarquerons à ce propos qu'ils se sont tous formés de bas en haut : ils n'ont pu se produire par affouillement, il n'y a jamais d'eau dans la vallée.

Nous nous trouvons donc ici dans des conditions toutes différentes

(1) Il existe, paraît-il, d'autres cavernes crétacées avec cascades et cours d'eau souterrains dans les départements de la Seine-Inférieure (Caumont, Autifer), de la Marne (près Reims), etc. M. E.-A. Martel, qui nous en a signalé l'existence, nous a dit qu'elles n'avaient pas encore été décrites, ni même complètement explorées.

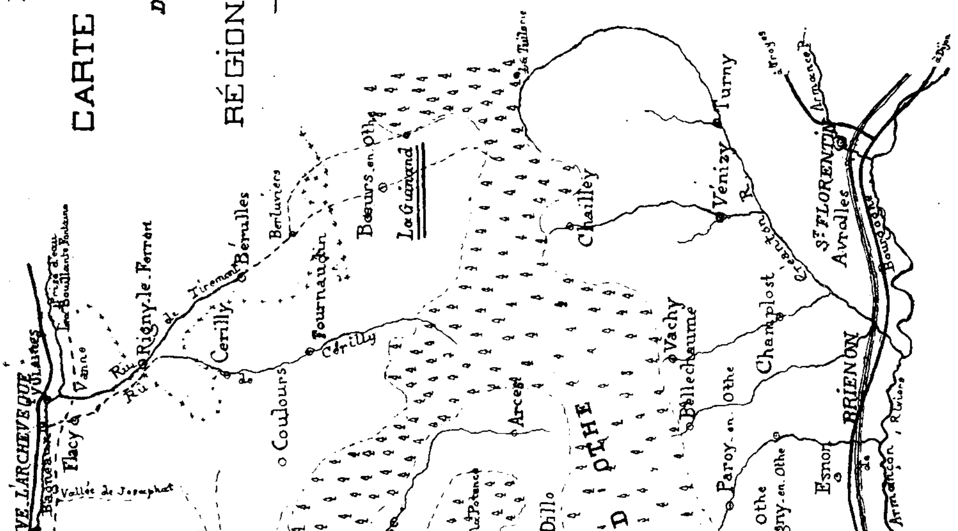
(2) Voir, p. 232, la carte d'ensemble de la région explorée.

Fig. 1.

CARTE GÉNÉRALE DE LA RÉGION EXPLORÉE

0 1 5 10 20

Échelle en kilomètres.



de celles observées par M. E.-A. Martel dans les calcaires compacts des Causses. Là, les entonnoirs d'effondrement sont des exceptions rares : presque tous les gouffres explorés par notre collègue ont été creusés de haut en bas, par les eaux ruisselant à la superficie du sol et disparaissant dans des fissures qu'elles ont élargi. Ici, il ne saurait y avoir doute : on est en présence d'abîmes produits de bas en haut par suite de l'effondrement de cavernes dont les murailles étaient constituées par de la craie peu résistante (1). Du reste, l'apparition de ces gouffres est assez récente pour que les habitants du pays se rappellent nettement les avoir subitement observés dans leurs champs, alors que la veille il n'y avait pas trace d'eau dans le fond de la vallée.

En outre de ces effondrements, qui font seulement présager de l'existence d'un ruisseau souterrain, deux des puits des fermes du hameau de La Guinand, forés au hasard, sont tombés exactement sur ce cours d'eau. On entend, en se penchant sur leur margelle, un bruit comparable à celui produit par un torrent. Ce sont, en partant d'amont, le puits Savinien-Morissat et le puits Guérée.

Accompagné d'un de nos amis, M. Maxime Bourdon, avec qui du reste nous avons fait toute notre étude de l'hydrologie souterraine de la région, nous les avons explorés l'un et l'autre.

Puits Savinien-Morissat.

Ce puits a une profondeur totale de $21^m,70$. A 19 mètres s'ouvre dans sa paroi, sensiblement vers le Nord, une baie qui donne accès dans une galerie naturelle, creusée dans la craie compacte. Cette galerie a, à l'origine, $1^m,50$ de large et $1^m,50$ de haut. Elle est parcourue par un ruisseau qui alimente le puits d'une façon continue et qui ne tarit jamais.

Elle a été visitée plusieurs fois par des habitants du pays ou par des étrangers, mais jamais en entier.

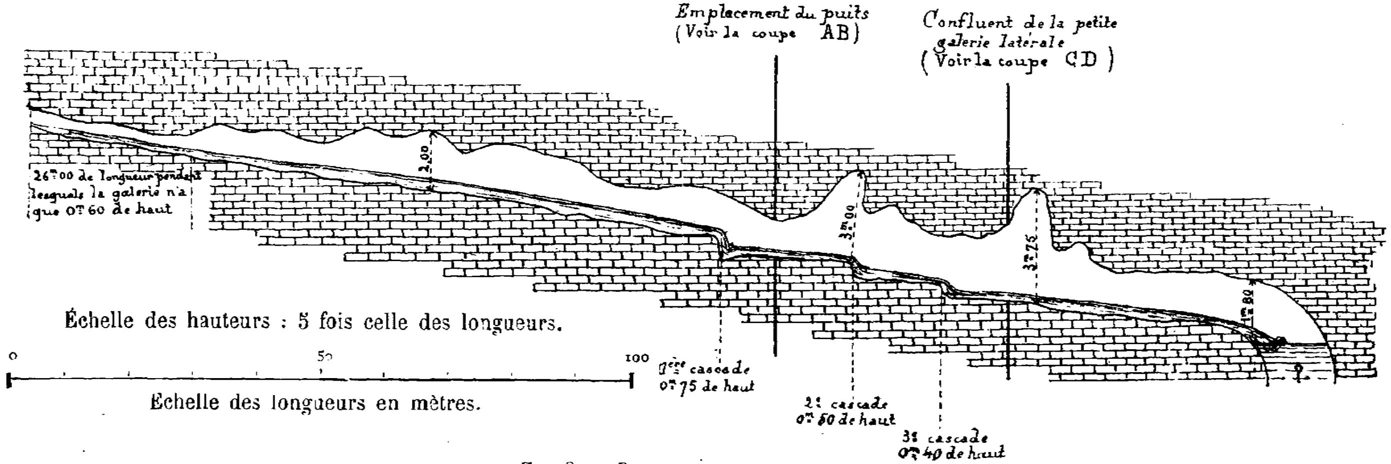
Pour notre part, nous avions voulu, à plusieurs reprises, depuis 1899, faire l'exploration de cette caverne, mais par suite du défaut de matériel, du manque de temps ou de toute autre cause, nous n'avions jamais pu y arriver.

M. Baudin, aide de M. Albert Lévy, chef du service chimique de

(1) Janet, Conférence de géologie appliquée sur le captage et la protection des sources d'eau potable (*Bulletin de la Société de Géologie de France*), 3e série, t. XXVII, 1890, p. 534.

CAVERNE DU PUITS SAVINIEN-MORISSAT A LA GUINAND.

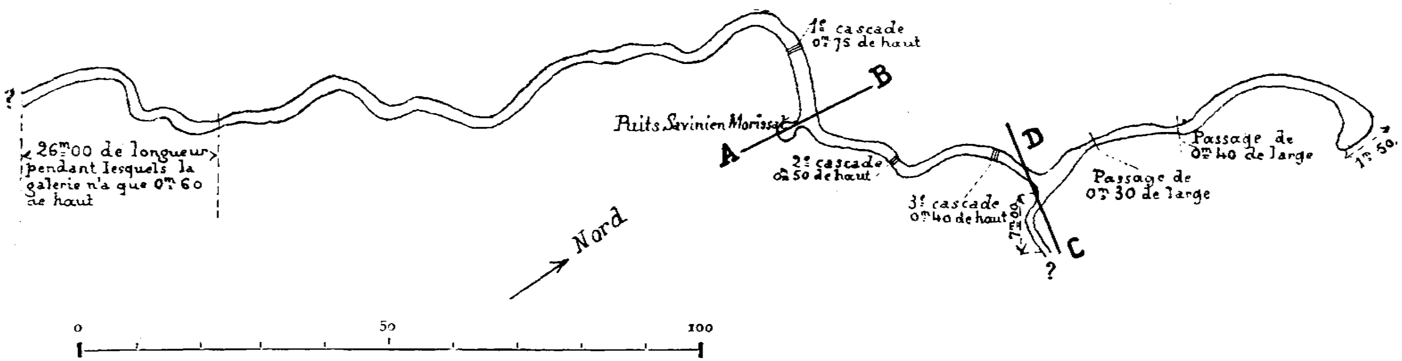
Fig. 2. — Profil de la galerie principale.



Échelle des hauteurs : 5 fois celle des longueurs.

Échelle des longueurs en mètres.

Fig. 3. — Plan des deux galeries.



Échelle des longueurs en mètres.

Nota. — La largeur des galeries, oscillant entre 1m,90 et 0m,30, eût été inappréciable sur le plan. Elle a été considérablement augmentée.

l'Observatoire municipal de Montsouris, à qui nous avions signalé les particularités de ce puits, a tenté, en décembre 1900, de le visiter. Mais étant seul, il dut renoncer à son entreprise, après avoir parcouru une dizaine de mètres de galeries, tant en amont qu'en aval du puits.

Nous reprîmes alors nos premiers projets, et le 3 juillet 1901 (1), nous fîmes l'exploration aussi complète que possible de cette caverne.

CAVERNE DU PUITS SAVINIEN-MORISSAT A LA GUINAND

Coupe des galeries (Échelle : $^1/_{100}$).

Fig. 4. — Coupe suivant AB.

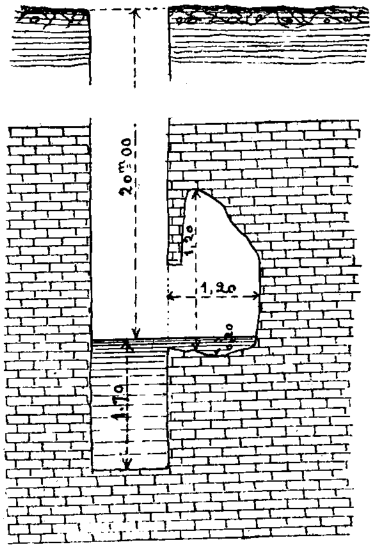
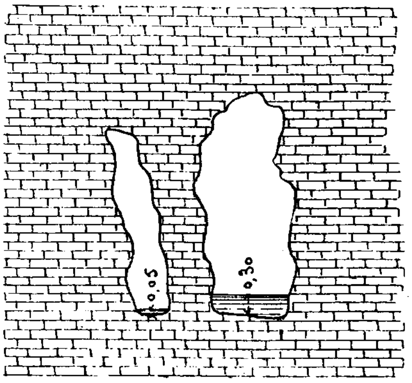


Fig. 5. — Coupe suivant CD.



Nous avons visité la galerie d'abord en aval du puits. Elle s'étend dans cette direction sur 79 mètres de long. Elle a en moyenne 2 mètres de haut et 1 mètre de large. Mais ses parois sont très irrégulières et de temps à autre se relèvent pour créer des chambres spacieuses de 3 à

(1) En principe, le récit de cette exploration ne devrait pas figurer dans la présente notice, puisqu'il a trait à des faits postérieurs à la séance du 25 juin 1901, à laquelle nous avons eu l'honneur d'assister et où nous avons pris la parole. Mais nous avions annoncé ce jour-là notre intention de revenir sous peu à ce puits Savinien-Morissat que nous avions déjà tenté plusieurs fois d'explorer. Aussi avons-nous cru pouvoir joindre le récit de ces faits à celui des autres, afin de présenter une étude plus complète de la même région.

4 mètres d'élévation; ou bien elles se resserrent de façon à ne laisser que des passages très étroits.

Le sol de la caverne est parcouru par un ruisseau qui a en général de 20 à 30 centimètres de profondeur d'eau. Son cours, assez vif, est parsemé de cascades et de trous qui rendirent notre marche très malaisée. Mais c'est surtout de l'étroitesse des couloirs que nous avons eu le plus à souffrir. Nous avons eu à traverser certains défilés que nous n'avons pu franchir qu'avec la plus extrême difficulté à l'aller; un peu fatigués au retour, nous avons même cru un instant que nous n'arriverions pas à les repasser.

Cette galerie finit par un cul-de-sac dont nous n'avons pu sonder la profondeur. Il était recouvert d'un limon dans lequel une perche de 2 mètres disparaissait sans atteindre le fond.

Du reste, il est à remarquer que ce limon tapisse toutes les parois de la galerie : il est entraîné là par les eaux du ruisseau. C'est une sorte d'argile jaunâtre excessivement fine, qui doit provenir des restes de la dissolution de la craie tant de la caverne elle-même que des régions traversées par les eaux du ruisseau avant d'arriver à la caverne. La craie sénonienne comprend en effet 2 à 3 °/₀ d'argile.

L'eau disparaît dans ce cul-de-sac par plusieurs fissures de très faible dimension, dont nous avons pu apercevoir quelques-unes.

Une quarantaine de mètres avant cette chambre d'absorption, c'est-à-dire exactement à 37^{m},50 du puits, débouche sur la droite de la galerie un couloir secondaire : il semble descendre du coteau boisé qui forme le versant de droite de la vallée de La Guinand. Ce couloir est d'une telle étroitesse (50 centimètres dans les parties les plus larges) que nous n'avons pu le remonter que sur 7^{m},50 de long. En l'éclairant vivement, nous avons vu qu'il s'étendait encore plus loin, mais il était littéralement inaccessible.

Un jaugeage approximatif nous permit de nous rendre compte que la galerie principale débitait 70 à 80 litres à la seconde et la galerie secondaire 15 à 20, ce qui faisait un total de 85 à 100 litres pour ce jour du 3 juillet 1901.

Nous avons d'autre part remonté la galerie en amont du puits. Cette visite fut au début plus aisée, car la caverne n'a, dans cette partie, jamais moins de 1 mètre de large. Mais vers la fin, le ciel s'abaissait d'une façon graduelle et ininterrompue, si bien que nous dûmes parcourir les 26 derniers mètres que nous visitâmes, en rampant dans l'eau sur les genoux. Nous ne pûmes aller plus loin, car nos lumières souffraient du manque d'air : celui-ci avait les plus grandes peines à se

renouveler en ce point, distant de 120 mètres exactement du puits.

En résumé, cette caverne de Morissat-Savinien présente 206m,50 de galeries praticables.

L'origine de ces galeries ne semble pas difficile à établir. Nous nous trouvons vraisemblablement dans une diaclase de la craie qui aura été amenée aux dimensions actuelles par l'action des eaux qui la parcourent.

Puits Guérée (1).

Le puits Guérée est, de même que le précédent, sensiblement dans le thalweg de la vallée, mais 100 mètres plus en aval. Il donne également, par une baie, sur une galerie naturelle creusée par les eaux dans la craie compacte. Il a 30 mètres de profondeur, tandis que le puits Savinien n'en a que 20. Or, il y a une différence de cotes de 5 mètres entre les orifices des deux puits (Savinien 235 m., Guérée 230 m.). Les eaux souterraines parcourent donc ici des diaclases dont la pente est de beaucoup supérieure à celle du sol.

Nous avons exploré les galeries de ce puits à deux reprises différentes, en hautes et basses eaux, le 13 mai et le 14 décembre 1900 (2). Les deux fois nous avons pu les remonter et les descendre jusqu'aux culs-de-sac qui les terminent, tant en amont qu'en aval : les deux fois nous leur avons trouvé le même aspect. La seule différence que nous ayons notée, c'est qu'elles étaient plus ou moins noyées sous les eaux.

D'après les plans et coupes de ces cavernes que nous avons dressés et que nous reproduisons ici, on peut voir que le puits Guérée donne sur une première galerie (galerie *b* de la figure 6), longue de 45 mètres, qui, elle-même, vient se jeter dans une deuxième galerie, qui a 107 mètres de développement. Les deux couloirs se réunissent pour n'en former plus qu'un, beaucoup plus large, qui, au bout de 7m,50, aboutit dans une chambre d'absorption, longue elle-même de 2m,50.

(1) Voir pour le plan la figure 6 ci-après, et pour le profil et les coupes, la planche VI, hors texte, du volume.

(2) Pour le récit détaillé de ces deux visites, cf. MAX LE COUPPEY DE LA FOREST et MAXIME BOURDON, *La rivière souterraine de La Guinand*, LA NATURE, du 13 avril 1901, n° 1455, p. 315. — LES MÊMES, *Les cavernes praticables de la craie du bassin de Paris et plus particulièrement du bassin de l'Yonne*, SPELUNCA, t. IV, n° 25, 1901, p. 72.

Nous profiterons de cette occasion pour rectifier une erreur typographique qui s'est glissée dans *Spelunca*, page 75. Elle attribue à 1895 la date de formation de l'abîme situé à 500 mètres en aval du hameau de La Guinand; c'est 1883 qu'il faut lire.

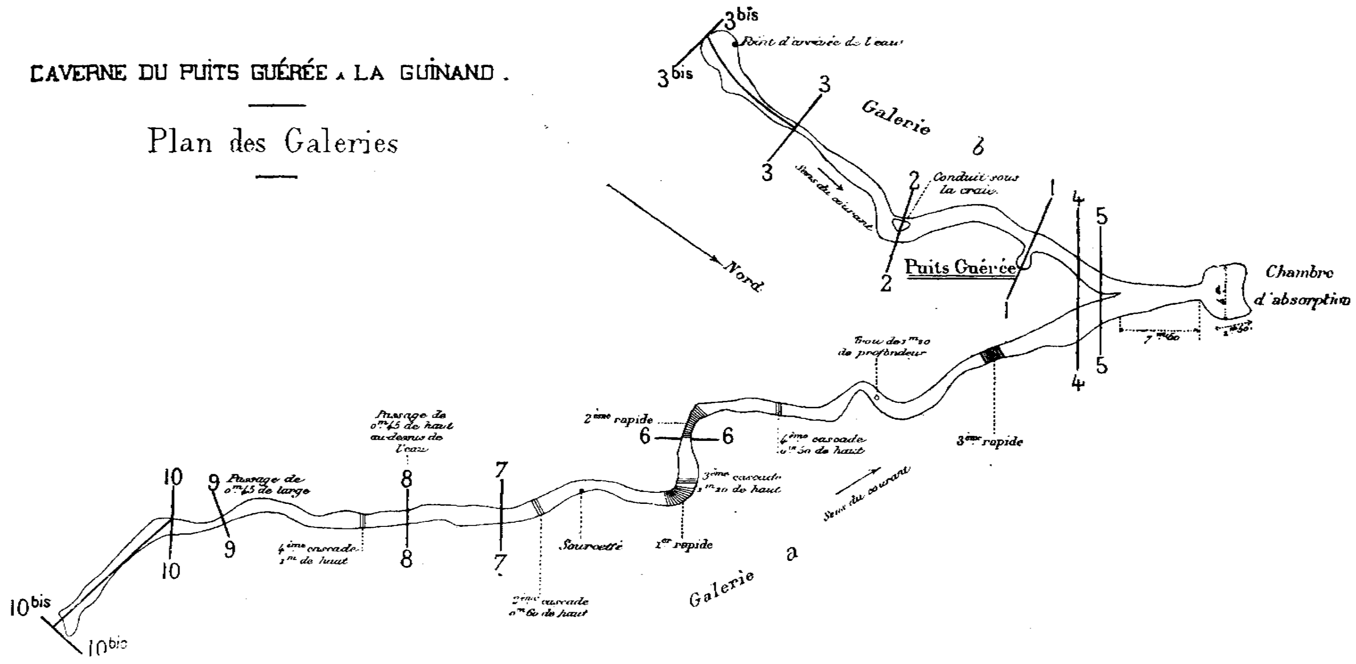


FIG. 6. — PLAN DE LA CAVERNE DU PUITS GUÉRÉE A LA GUINAND. Échelle : 1 : 500

(Pour le profil et les coupes indiqués sur ce plan, voir la planche VI hors texte.)

La caverne du puits Guérée ne présente donc que 162 mètres de galeries pénétrables, tandis que celle du puits Savinien en présente $206^m,50$. Mais les galeries Guérée sont toujours beaucoup plus larges et plus hautes que les galeries Savinien. Leurs murailles s'écartent en maints endroits de façon à ménager des salles qui ont 3 à 4 mètres de large et 8 mètres de haut.

D'autre part, le cours du ruisseau qui parcourt ces couloirs est beaucoup plus rapide et plus torrentiel que celui du ruisseau du puits Savinien. Il est parsemé de cascades et de trous très difficiles à franchir et qui nous obligeaient souvent à nous plonger dans l'eau jusqu'aux aisselles.

Nous avons jaugé le débit de ce ruisseau avec un certain soin lors de nos deux visites. Nous avons trouvé les chiffres suivants :

	13 mai 1900.	14 décembre 1900.
Galerie *a*	100 litres à la seconde.	33 litres à la seconde.
— *b*	150 —	28 —
Total. . .	250 —	61 —

Or, il est à remarquer que la galerie *a* de la caverne Guérée est dirigée sensiblement suivant le thalweg de la vallée, de même que la galerie principale de la caverne Savinien; que l'extrémité amont de l'une n'est pas à 50 mètres de l'extrémité aval de l'autre; et qu'enfin, tandis que la galerie *a* débitait 100 litres à la seconde, le 13 mai 1900, la galerie Savinien en donnait 85 à 100, le 13 juillet 1901, c'est-à-dire également en hautes eaux. Il n'y aurait alors rien d'impossible à ce que l'on se trouvât chez Guérée et chez Savinien en présence de deux tronçons d'un même cours d'eau souterrain. Une expérience à la fluorescéine nous fixera bientôt sur ce point.

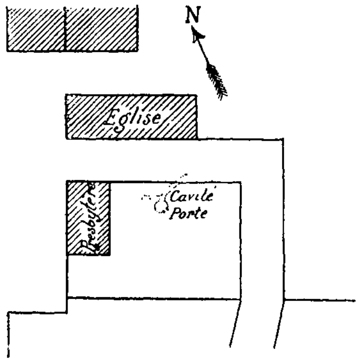
II. — Vallée des Bordes.

La vallée des Bordes (1) présente les plus grandes analogies avec celle de La Guinand. Elle descend des ramifications de la forêt d'Othe et a été creusée par érosion dans des terrains identiques à ceux constituant la vallée de La Guinand.

(1) Voir la carte générale de la région explorée, p. 232.

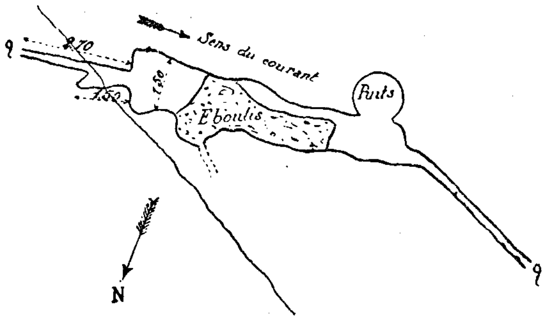
Elle est dépourvue de cours d'eau superficiels, mais des entonnoirs d'effondrement jalonnent également la présence d'un ruisseau souterrain. Plusieurs puits ont d'ailleurs rencontré fortuitement cette rivière. Deux d'entre eux sont même tombés sur des cavernes : nous les avons explorés. Ce sont le puits du Crau et le puits du Presbytère (1).

Fig. 7. — Plan de la région du puits du Presbytère (Vallée des Bordes).



La caverne du Crau, située à $10^{m},50$ de profondeur, n'avait que 2 à 3 mètres de développement. Actuellement, elle a été comblée en partie par un effondrement et l'on ne peut plus observer le ruisseau qui la traverse.

Fig. 8. — Plan de la caverne du Presbytère.

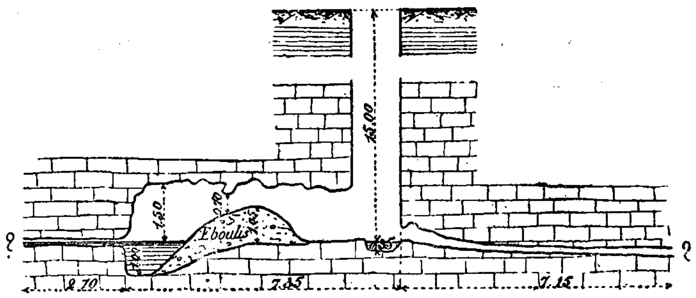


Celle du Presbytère est à la base d'un puits de 15 mètres. Elle a $7^{m},35$ de long et 2 à 3 mètres de large. Nous en donnons la coupe et le plan.

(1) Pour le récit détaillé, cf. *Spelunca, Loc. cit.*, p. 90.

Le cours d'eau qui la parcourt semble être d'un débit important, mais il est très difficile à jauger par suite d'éboulements qui se sont

Fig. 9. — Coupe du puits et de la caverne du Presbytère.



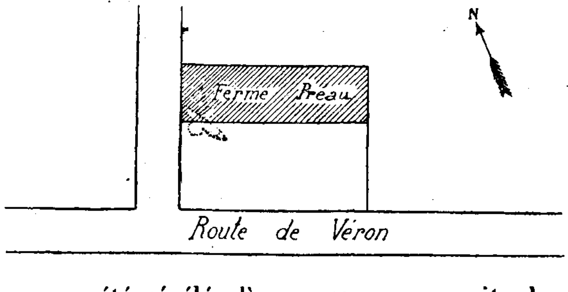
produits dans cette galerie et qui empêchent toute mesure de débit. Toutefois, on ne saurait estimer à moins de 20 litres à la seconde la quantité d'eau passant ici.

La particularité de cette galerie, c'est qu'on y voit des plus nettement les diaclases d'entrée et de sortie de l'eau et qu'on y comprend parfaitement que celle-ci, butant contre un détour de la diaclase, soit arrivée à augmenter ainsi les dimensions de cette dernière.

III. — Vallée de Véron.

La vallée de Véron est semblable aux deux précédentes. C'est une vallée sèche, creusée dans des terrains identiques. Nous n'y avons vu aucun effondrement naturel. Toutefois, la présence d'un cours d'eau

Fig. 10. — Plan de la région du puits Préau au hameau dit : le Puits Bottin.

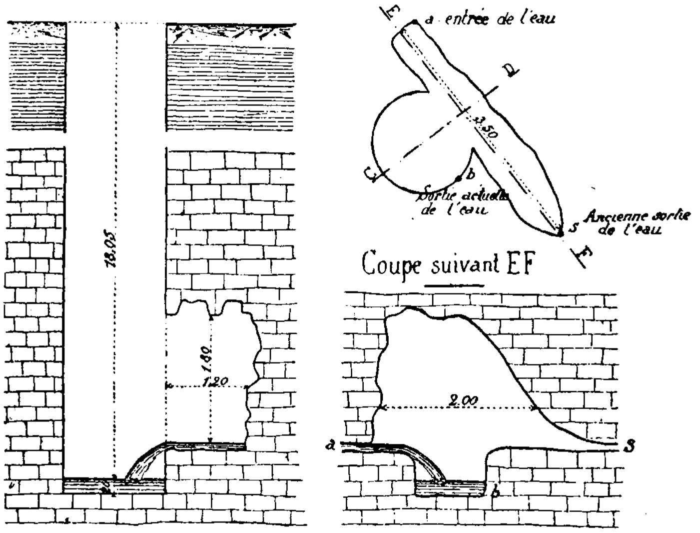


souterrain nous a été révélée là encore par un puits, le puits Préau, situé dans le hameau appelé le Puits Bottin.

Descendus au fond de ce puits, qui mesure $18^{m},05$ de profondeur, nous y avons observé une petite cavité naturelle de 2 mètres de long sur $1^{m},80$ de haut et $1^{m},20$ de large. Elle était parcourue par un ruisseau donnant 5 à 6 litres à la seconde.

Plan et coupes de la caverne du puits Préau.

Fig. 11 et 12. — Coupes suivant CD et EF du plan.



Cette caverne est, ainsi qu'on le voit, encore beaucoup moins importante que les précédentes. Mais nous avons encore aperçu ici très distinctement les diaclases d'arrivée et de sortie de l'eau, dont cette petite caverne n'est qu'un agrandissement local.

CONCLUSION.

Notre étude hydrologique du versant de gauche du bassin de la Vanne a été faite dans une région mesurant 1 000 kilomètres carrés et a porté sur plus de quinze mois consécutifs. Or, pendant ce temps, nous avons exploré plus de cinquante abîmes naturels ou puits artificiels (1)

(1) Nous noterons en passant, parmi les puits que nous avons visités, un puits assez intéressant au point de vue géologique. C'est le puits du Vaumorin, situé dans le haut d'une vallée sèche qui vient, entre Cérisiers et Vaumort, rejoindre la vallée de Cérisiers

et nous n'avons découvert que les cinq cavernes de Savinien-Morissat et de Guérée à La Guinand, du Crau et du Presbytère aux Bordes et de Préau au Puits Bottin. Les deux premières mesurent l'une 206 mètres, l'autre 162 mètres de galeries pénétrables; les autres sont de très faibles dimensions.

Nous pouvons dire que ces cavernes sont très rares : leur existence ne fait que confirmer les opinions que nous citions au début de cette note et d'après lesquelles la formation de couloirs étroits de cavernes dans la craie du bassin anglo-parisien n'est pas impossible, mais doit être considérée comme exceptionnelle.

C'est en raison de cette rareté que nous avons cru, dans l'exposé précédent, devoir n'omettre aucune des petites galeries que nous avions explorées, si peu importantes qu'elles fussent.

La description de ces couloirs ne prouve pas seulement la possibilité de l'existence de ces cavernes, elle met en relief leur mode de formation.

Partout, en effet, nous avons vu que les galeries explorées se prolongent en amont et en aval par des diaclases parcourues par des ruisseaux. Ces diaclases auront été progressivement agrandies par les eaux jusqu'aux dimensions actuelles. Leur élargissement et leur approfondissement auront eu surtout pour cause la double action de l'érosion des parois par des particules de silex ou de craie entraînées par les eaux et la dissolution de la craie par ces eaux très chargées en acide carbonique (1).

Il est un troisième facteur qui a dû jouer un rôle très important dans l'agrandissement des diaclases préexistantes et dont l'action a été mise en relief par M. E.-A. Martel dans ses différents ouvrages de spéléologie

(voir la carte générale). Ce puits de Vaumorin a $48^{m},85$ de profondeur et est foré dans l'argile à silex, puis dans la craie sénonienne, mais il se trouve exactement à la limite d'une poche d'argile à silex. De sorte que sur la paroi Nord-Est du puits, la craie commence à 10 mètres de profondeur et sur la paroi Sud-Ouest à 27 mètres.

(1) Ces eaux sont en effet très chargées d'acide carbonique quand elles passent, sous pression, dans des diaclases très étroites. Alors, dès qu'elles arrivent à l'air libre, elles dégagent de grandes quantités de ce gaz et peuvent rendre l'atmosphère irrespirable.

C'est ainsi qu'au puits Mossot, à Cérisiers, M. Bourdon, qui tentait de le visiter, a failli être asphyxié par l'acide carbonique qui remplissait le puits sur 12 mètres de hauteur depuis le fond. Nous dûmes le remonter en hâte.

Ayant fait pomper l'air du puits pendant quatre heures, nous sommes descendu à notre tour. Nous avons pu nous rendre compte que, d'une part, l'eau arrivait dans ce puits par des fissures presque invisibles et que, d'autre part, l'acide carbonique était bien amené là par les eaux. Il n'y avait au fond du puits aucune trace de matières ou corps organiques capables de dégager même une très faible quantité de gaz délétère.

et par M. de Lapparent dans sa théorie de l'origine des cavernes (1). Nous voulons parler de la pression hydrostatique.

Si nous prenons, en effet, l'exemple de la galerie *a* du puits Guérée à La Guinand, nous sommes en présence d'une caverne qui a 15 mètres de dénivellation entre ses deux extrémités et qui, à certaines époques, est pleine d'eau, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte par l'examen des parois. La pression hydrostatique se répartit alors, d'une part, sur toutes les murailles et, d'autre part, sur la masse liquide dont elle augmente la vitesse et la force. Dans certains cas, cette pression peut encore s'accroître.

En 1883, lorsque l'abîme situé à 500 mètres en aval de La Guinand s'est produit, l'eau, trouvant probablement son conduit d'évacuation bouché par les terres effondrées, a reflué dans le puits Guérée, nous a-t-on raconté, et est sorti par l'orifice. Puis, subitement, une détonation violente retentit sous terre et l'eau reprit son niveau. La pression hydrostatique était alors à 30 mètres d'eau (la hauteur du puits), plus la dénivellation existant entre le niveau de l'eau en ce point et celui où l'effondrement s'était produit, donc au total plus de 3 atmosphères.

Elle avait été suffisante pour ouvrir un chemin à l'eau, mais en même temps avait dû modifier dans une certaine mesure l'aspect de la caverne Guérée.

On voit, en résumé, que c'est à l'action de l'eau souterraine qu'il faut attribuer la formation de ces cavernes, que celles-ci sont très rares et qu'elles courent tout le temps le risque de se combler par effondrement, comme celle du Crau.

il n'y avait non plus aucune infiltration d'eaux superficielles souillées. En outre, on ne peut croire que l'acide carbonique de l'air extérieur soit tombé dans ce puits en vertu de sa seule pesanteur; car dans tous les autres puits que nous avons explorés, nous n'avons jamais observé pareil air irrespirable. Au contraire, dans les extrémités amont des galeries Savinien et Guérée, où l'eau arrivait de même, sous pression, par des fissures imperceptibles, nous avons constaté la présence de grandes quantités d'acide carbonique qui se dégageaient dès que ce gaz pouvait reprendre la pression extérieure.

(1) A. de Lapparent, *Traité de géologie*, 4e édition, 1900, pp. 205 et suivantes.

UNE APPLICATION A LA GÉOLOGIE

DES

EXPÉRIENCES A LA FLUORESCÉINE

RECTIFICATION DE LA POSITION D'UN AXE ANTICLINAL SUR UNE CARTE GÉOLOGIQUE (1)

PAR

Max LE COUPPEY DE LA FOREST.

J'avais été chargé, en février dernier, par M. le Préfet du département de la Seine, d'étudier le périmètre d'alimentation de la source de la Dhuis, captée par la ville de Paris, et d'employer dans ce but toutes les méthodes de recherches par la fluorescéine dont M. Marboutin vient de nous entretenir.

J'avais alors exploré la région avoisinant la source afin de me rendre compte de tous les points où il pouvait y avoir lieu de faire des expériences à la fluorescéine.

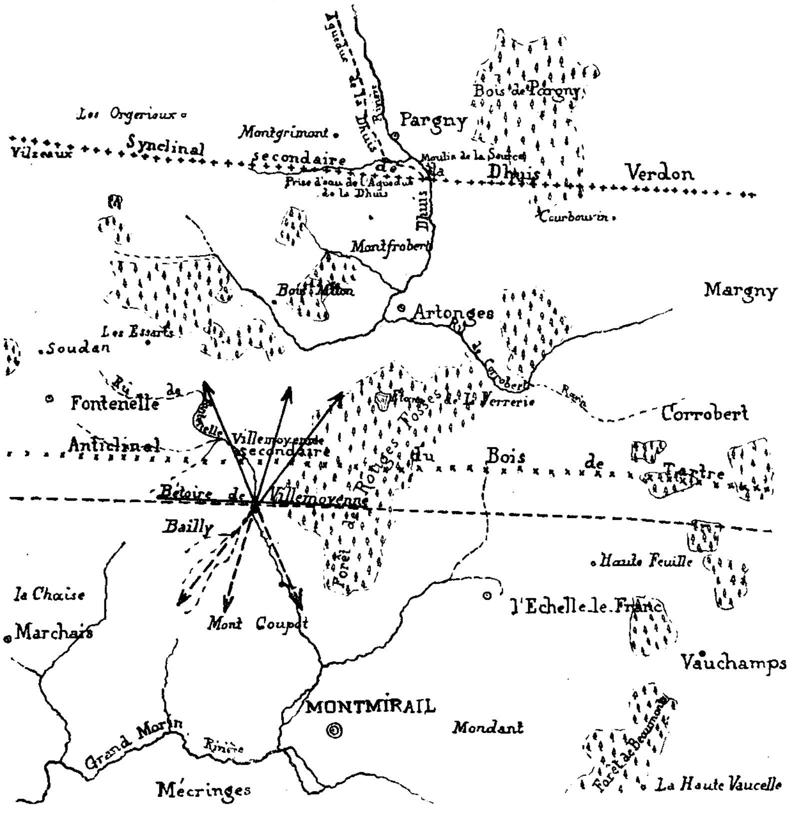
En particulier, j'avais observé un certain bétoire, dit bétoire de Villemoyenne (voir la carte ci-jointe), qui se trouvait sur le cours d'un ruisseau, dit ruisseau de Fontenelle, lequel était sur un autre versant géographique et géologique que la source considérée. Le ruisseau se jette en effet dans la rivière du Petit Morin, qui s'écoule dans une direction tout opposée à celle de la Dhuis. De plus, l'axe anticlinal secondaire du Bois de Tartre, tracé sur la carte géologique de la feuille de Meaux, passait à 100 mètres environ au Nord de ce bétoire et le laissait en delà par rapport à la Dhuis.

(1) Communication faite à la séance spéciale d'hydrologie de la *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* le 25 juin 1901.

RECTIFICATION DE LA POSITION D'UN AXE ANTICLINAL

SUR UNE CARTE GÉOLOGIQUE

d'après les résultats d'une expérience à la fluorescéine.



0 2 4 6 8 10 kil.

Échelle en kilomètres.

Légende.

++++++++ Position, d'après la carte géologique, du synclinal secondaire de la Dhuis.

xxxxxxxx Position, d'après la carte géologique, de l'anticlinal secondaire du bois de Tartre.

- - - - - - Nouvelle position de l'anticlinal secondaire du bois de Tartre.

————→ Direction suivie par la fluorescéine.

· - - - - -→ Direction qu'elle aurait suivie si l'anticlinal avait été figuré à sa vraie position.

Il n'y avait donc que peu de vraisemblance pour que la matière colorante mise dans ce bétoire se dirigeât vers le Nord; elle devait filer vers le Sud.

Mais, désireux de trouver une limite Sud à mon périmètre d'alimentation, je versai en ce bétoire de Villemoyenne 1200 grammes de fluorescéine et je fis faire des prélèvements dans tous les puits et sources situés tant au Nord qu'au Sud du bétoire et de l'axe anticlinal.

Tous les échantillons prélevés furent examinés au fluoroscope, et la matière colorante ne fut retrouvée qu'en certains points situés de l'autre côté de l'axe par rapport au bétoire. Ces points étaient tellement colorés qu'il n'y avait même pas lieu de se servir du fluoroscope pour examiner les échantillons qui y avaient été prélevés. J'avais dû tomber sur quelque direction dominante du courant souterrain.

M. L. Janet, à qui je communiquai le résultat de cette expérience, ne mit pas en doute que la position de l'axe anticlinal du Bois de Tartre ne dût être déplacée sur la carte géologique et reportée de 100 mètres environ au Sud, car l'inclinaison des couches géologiques et leur épaisseur étaient trop faibles pour laisser supposer qu'il pût exister un canal traversant le faîte anticlinal et permettant à l'eau versée sur l'un des versants de ce faîte de ressortir sur l'autre.

J'avais désiré signaler cette expérience et son résultat comme application à la géologie des recherches à la fluorescéine.

ALLURE GÉNÉRALE

DE

L'ARGILE RUPELIENNE

DANS LE NORD DE LA BELGIQUE

par le baron Oct. VAN ERTBORN (1).

On a remarqué souvent que l'allure des couches plus récentes est généralement la même que celles sur lesquelles elles reposent. Nous avons choisi l'argile rupelienne, dont nous avons déjà parlé à deux reprises (2). La question a repris quelque actualité depuis qu'il se dit que le sondage d'Eelen ne l'aurait atteinte qu'à 250 mètres.

Voyons si le fait est possible. Pour arriver à des conclusions sérieuses, nous résumerons ce que nous avons déjà dit à ce sujet, et avant d'aborder le cas spécial d'Eelen, nous exposerons l'allure générale de cette assise, allure qui ressemble à celle du Crétacique; son bassin décrit un grand cercle dont la concavité est tournée vers le Nord; le point le plus méridional de sa base à la cote 0 se trouve sous le méridien de Hasselt; il en est de même pour le toit du Crétacique à — 200. Plus à l'Est, les couches se relèvent vers le Nord-Est.

L'argile de Boom ne paraît pas, dans le voisinage de l'Escaut, dépasser vers le Sud la ligne Rupel-Durme. Elle a dû s'étendre au moins à 20 kilomètres plus loin, comme nous le verrons plus loin. Les érosions quaternaires l'ont fait disparaître.

(1) Présenté à la séance du 18 juin 1901.
(2) *Soc. roy. malac. de Belgique,* séances du 12 février et du 3 décembre 1898.

Le tableau ci-annexé (p. 252) nous permettra d'étudier son allure générale; on y voit qu'à la station de Saint-Nicolas, sa base se trouve à la cote — 4, au fort de Rupelmonde à la cote — 1, à Boom vers la cote 0.

Cette base se relève donc vers l'Ouest, car à Cruybeke, situé à 12 kilomètres à l'Est et sous le même parallèle, elle se trouve à la cote — 31 ; ce relèvement vers l'Ouest est donc de $2^m,25$ par kilomètre, et à 2 kilomètres à l'Ouest de la station de Saint-Nicolas, elle doit se trouver à peu près à la cote 0. Il en est de même dans la partie Sud de cette ville, à la limite Sud du fort de Rupelmonde, et à Boom, ce qui nous permet de tracer sur la carte un grand arc de cercle dont la concavité est tournée vers le Nord.

Cette inclinaison vers l'Est s'accentue encore de Cruybeke vers Hoboken, localité située sur le prolongement de la ligne Saint-Nicolas-Cruybeke, et à 1 300 mètres seulement vers l'Est l'enfoncement de la base de l'argile de Boom est déjà de 6 mètres.

Il en est de même dans l'enceinte de la ville d'Anvers, où les sondages n°s 10 et 11, situés sous le même parallèle et distants d'environ 2 500 mètres, révèlent une inflexion de $13^m,50$ ou de $5^m,40$ par kilomètre.

Il résulte de ces faits que dans la banlieue d'Anvers, l'argile de Boom penche vers le Nord-Nord-Est. Ce fait vient d'être corroboré sur de grandes distances par les sondages d'Heyst-op-den-Berg et de Westerloo, où la base de l'argile de Boom a été atteinte respectivement aux cotes — 59.6 et — 95.2.

De Boom à Heyst-op-den-Berg, localités distantes de 25 kilomètres, situées sous le même parallèle, l'inflexion vers l'Est est de $2^m,40$ par kilomètre, soit un peu plus forte que de Saint-Nicolas à Cruybeke.

D'Heyst à Westerloo, nous trouvons la même pente kilométrique de $2^m,40$. Notons cependant que la seconde localité est située un peu plus au Nord que la première. De ces données, il est facile de déduire l'angle que la ligne de pente fait avec le méridien.

Les points situés au Sud d'Anvers nous donnent un angle oriental de 25°39′ et les points extrêmes Anvers-Westerloo 26°35′.

La différence est donc minime.

Ce n'est pas sans surprise qu'à Heyst-op-den-Berg nous avons découvert le niveau de la base de l'argile vers la cote — 60 et à Westerloo à la cote — 95.

Nous avons indiqué au bas du tableau un point nommé Kleyn-Heyde,

situé à l'angle Sud-Ouest de la planchette de Lubbeek, où la base de l'argile se trouve à la cote + 95.

La distance qui sépare Kleyn-Heyde de Westerloo est de 31 kilomètres, la différence de niveau de la base de l'argile étant de 190 mètres, la pente kilométrique dans cette direction est de 6^m,13. La ligne fait un angle de 17°13′ avec le méridien et passe dans le voisinage d'Aerschot, soit à 2 kilomètres vers l'Est.

En tenant compte de l'inflexion de la ligne Kleyn-Heyde-Westerloo, celle-ci passera sous le parallèle d'Aerschot à la cote — 21.50, et la base de l'argile se trouvera sous cette ville, située à 2 kilomètres à l'Ouest, à la cote — 16.70. Elle s'y trouve en réalité à la cote — 19.8. L'approximation s'élève donc à 3 mètres; ce résultat peut être considéré comme très satisfaisant.

En continuant donc notre chemin vers l'Est, la base de l'argile R^2 doit se trouver à la cote 0 au Sud d'Aerschot, sous le parallèle de 50°57′30″, au Sud de Zeelhem à 50°56′, de Kermpt à 50°55′15″ et de Hasselt à 50°55′.

De Saint-Nicolas à Hasselt, nous l'avons suivie sur un parcours de plus de 90 kilomètres. En tenant compte de l'épaisseur réduite de l'argile à Kleyn-Heyde, où elle n'est plus que de 5 mètres, quoique recouverte par le Bolderien, il nous est permis de conclure que son extension vers le Sud ne doit pas avoir dépassé de beaucoup une ligne parallèle à celle de la base à la cote 0 et distante d'une vingtaine de kilomètres.

Nous reproduisons ci-après le tableau en entier; il comprend donc aussi les données relatives à l'argile glauconifère.

Il y a eu une légère correction à faire au sujet des niveaux de l'argile rupelienne, à Hasselt; la cote de l'ancienne gare était 41.66. Dumont assignant au Quaternaire 9^m,15 et 34^m,20 à l'argile rupelienne, les chiffres sont donc + 32.51 et — 1.69.

Reprenant la question au sujet de l'allure probable de l'argile rupelienne dans le sous-sol de la Campine limbourgeoise, nous disions à la séance du 3 décembre de la même année 1898 :

« Nous avons indiqué au bas du tableau un point, nommé Kleyn-
» Heyde, situé à l'angle Sud-Ouest de la planchette de Lubbeek, où la
» base de l'argile se trouve à la cote + 95. »

Notons à présent que la planchette de Bilsen, dont le levé a été fait par M. Van den Broeck, se trouve à 50 kilomètres à l'Est et comparons

la colline de Kleyn-Heyde à la colline Kley-Berg, située sur la planchette de Bilsen.

	Kleyn-Heyde (1)	Kley-Berg (2)
Base de R^2	+ 95	+ 102
Puissance	5 mètres.	7 mètres.
Longitude	0° 25′ E.	1° 6′ E.
Latitude	50° 49′ 46″	50° 49′ 46″

En ces deux points, l'argile est surmontée par le Bolderien.

Ces collines sont deux sœurs jumelles, *témoins* restés de l'ancien sol profondément raviné, comme les collines de la Flandre.

On peut se demander, même avec un certain étonnement, comment sur une telle étendue le sol a pu se relever ainsi aussi régulièrement, avec une précision mathématique. On serait même tenté de croire qu'elles se sont formées à ce niveau et que c'est le niveau de la mer qui a changé, les glaces polaires antarctiques ayant abaissé le centre de gravité du sphéroïde terrestre.

Nous avons constaté précédemment la régularité absolue de la base de l'argile à la cote 0; nous constatons à présent sa régularité absolue à la cote + 100.

Comme conclusion, nous disions que l'argile rupelienne devait se trouver à une grande profondeur dans le sous-sol de la Campine limbourgeoise.

Le sondage d'Eelen, exécuté depuis lors, aurait résolu la question, s'il avait été suivi avec toute l'attention dont était digne son immense intérêt scientifique. Il ne nous semble pas qu'il fallût garder mystère sur la série tertiaire. On assure, comme nous l'avons dit précédemment, que l'argile rupelienne aurait été rencontrée vers 250 mètres de profondeur, soit vers la cote — 215.

Voyons si le fait est possible et même vraisemblable, comme nous le disions en commençant.

De Boom à Anvers-Nord, la pente de l'argile rupelienne est de $5^m,7$ par kilomètre, et d'Anvers-Nord à Brasschaet-Saalhof (3) d'au moins $10^m,8$ par kilomètre, car elle ne fut pas atteinte à la cote — 197 en ce dernier point. La pente de — 100 à — 200 est donc beaucoup plus rapide que de 0 à — 100.

(1) Cogels et van Ertborn, *Levé de la planche de Lubbeek.*

(2) E. Van den Broeck, *Explication de la feuille de Bilsen.* Diagramme latéral gauche.

(3) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique,* t. XV, 1901, p. 252.

Niveaux occupés par les grands bancs d'argile dans le Nord de la Belgique.

NUMÉROS D'ORDRE.	LOCALITÉS.	LONGITUDE.	LATITUDE.	OLIGOCÈNE MOYEN. ARGILE DE BOOM.			ÉOCÈNE SUPÉRIEUR. ARGILE GLAUCONIFÈRE.		
				DE	A	PUISSANCE.	DE	A	PUISSANCE.
1	Saint-Nicolas (Station)	13' 35" W.	51° 10' 20"	+ 10.0	— 4.0	14.0	— 28.5	— 85.0	56.5
2	Cruybeke.	3' 18" W.	51° 10' 20"	— 2.0	— 31.8	29.0	— 49.0	— 92.0	43.0
3	Rupelmonde (Fort)	6' 30" W.	51° 7' 40"	+ 19.5	— 1.1	20.6	— 24.8	— 72.2	47.4
4	Tamise.	9' 27" W.	51° 7' 30"	(*manque*)	(*manque*)	...	— 16.6	— 66.0	49.4
5	Hamme	13' 35" W.	51° 6' 4"	»	»	...	— 13.0	— 42.4	29.4
6	Deurne (Pont de Pierre)	4' 35" E.	51° 12' 40"	— 24.8	— 88.5	63.7	...	...	...
7	Anvers (Nord).	4' 35" E.	51° 14'	— 31.2	— 91.5	60.3	—122.9	—180.1	57.2
8	— (place Saint-André).	1' 38" E.	51° 12' 55"	— 17.3	— 77.6	60.3	— 91.7	—154.4	62.8
9	— (Prison)	1' 50" E.	51° 12' 48"	— 17.0	— 74.7	57.7	...	—153.2	...
10	— (Sud)	1' 15" E.	51° 12' 15"	— 10.0	— 64.5	54.5	— 95.0	—143.3	48.8
11	— (Fortin)	3' 18" E.	51° 12' 8"	— 19.1	— 78.0	58.9	—101.0	—152.3	51.3
12	Hoboken (Peignage).	2' 10" W.	51° 10' 14"	+ 4.6	— 37.0	41.6	— 58.5	—106.5	48.0
13	Hemixem (Saint-Bernard)	2' 23" W.	51° 7' 56"	+ 4.5	— 32.2	36.7	— 47.4	— 75.9	28.5
14	Aertselaer	1' 25" E.	51° 8' 17"	+ 5.8	— 32.7	38.5	— 51.0	— 86.2	35.2
15	Boom	0' 45" W.	51° 5' 22"	(*manque*)	(*manque*)	...	— 28.0	— 60.0	32.0
16	Willebroeck	0' 53" W.	51° 4' 4"	»	»	...	— 12.6	— 50.8	38.2
17	Breendonck (Termeiren).	1' 20" W.	51° 3' 14"	»	»	...	— 16.0	— 37.0	21.0
18	Malines.	6' 3[illegible]" E.	51° 1' 46"	»	»	...	— 13.0	— 33.0	20.0
19	Heyst-op-den-Berg (Station)	20' 15" E.	51° 4' 24"	+ 3.2	— 59.6	62.8	— 72	Non percé.	
20	Westerloo	32' 35" E.	51° 5' 4"	— 38.0	— 95.2	57.2	—106.6	—121.4	15.2
21	Aerschot.	28' 0" E.	50° 59' 10"	— 8.0	— 19.8	11.8	(*manque*)	(*manque*)	...
22	Zeelhem	43' 15" E.	50° 58' 8"	+ 6.9	— 25.0	31.9	»	»	...
23	Kermpt.	54' 13" E.	50° 56' 20"	+ 30.9	— 12.0	42.9	»	»	...
24	Hasselt (Station).	57' 30" E.	50° 55' 50"	+ 32.5	— 1.7	34.2	»	»	...
25	Kleyn-Heyde	25' 0" E.	50° 49' 36"	+ 90.0	+ 95.0	0.5	...	...	...

La pente d'Aerschot à Westerloo, comprise entre 0 et — 100, est de 6m,7 par kilomètre. La base de l'argile rupelienne n'ayant pas été atteinte à la cote — 188 au château de Norderwyck (1), il en résulte de — 100 à — 200 une pente kilométrique d'au moins 15 mètres.

L'inflexion vers le Nord s'accentue donc de plus en plus vers l'Est et de — 100 à — 200. Une simple inspection du tableau permet de constater que l'argile ne plonge pas directement au Nord, mais bien à l'Est-Nord-Est. Il s'ensuit que plus on s'avance vers l'Est sous le même parallèle, plus on la trouve à une plus grande profondeur.

Ainsi nous avons :

Boom, 51° 5′ 22″	Base à la cote	0
Heyst-op-den-Berg, 51° 4′ 24″ . .	Id.	— 59.6
Westerloo, 51° 5′ 4″.	Id.	— 95.2
Eelen, 51° 4′	Id.	?

Cette pente vers l'Est est de 2m,40 de Boom à Heyst-op-den-Berg; elle fut confirmée de Heyst-op-den-Berg à Westerloo.

A Eelen, situé à 95 kilomètres à l'Est de Boom, elle devrait donc se trouver à la cote — 228, dont il faut déduire une vingtaine de mètres, Eelen se trouvant à 2 500 mètres plus au Sud que Boom.

Nous obtenons de cette manière, pour la cote de la base de l'argile rupelienne, à Eelen — 208.

Il a été constaté à Kermpt et à Hasselt que la base de l'argile se trouve à environ 125 mètres au-dessus du toit du Crétacé; nous avons estimé celui-ci, à Eelen, à — 326, soit pour la base de l'argile — 201.

A Elsloo, sur la rive droite de la Meuse et par 50°57′ de latitude, le toit de l'argile se trouve à la cote + 42. La base doit donc être bien voisine de 0.

L'argile rupelienne doit plonger très rapidement vers le Nord, car notre sondage de Leuth, exécuté à 5 500 mètres au Nord d'Elsloo, ne l'a pas atteint. Celui-ci a percé :

Alluvions.	9 mètres.
Cailloux	9 —
Sable verdâtre, probablement moséen. .	38 —

Il a été arrêté à la cote — 18.

(1) Le château de Norderwyck est situé à 6 kilomètres au Nord de celui de Westerloo et à 4 kilomètres à l'Ouest. Il y a quarante ans, on y fit un forage, on perça 100 mètres dans des sables divers, puis 100 mètres dans l'argile sans en voir la fin.

D'Elsloo à Eelen, il y a 13 kilomètres, en admettant la pente kilométrique de 15 mètres, fort probable, son niveau serait, à Eelen, — 195.

Ces trois chiffres — 208, — 201 et — 195 diffèrent très peu; leur moyenne est 201. En y ajoutant la cote du sol, nous obtenons 237.

Suivant toutes probabilités, l'argile rupelienne doit donc se trouver à Eelen entre 200 et 250 mètres de profondeur.

Nous avons dit à l'article : Crétacique, qu'à Delden, dans l'Overyssel, l'argile rupelienne a été percée entre 37 et 85 mètres. Ce point est à 142 kilomètres au Nord-Nord-Est de Maeseyck. Son allure, dans cette région, serait donc perpendiculaire à celle qu'elle a en Belgique.

LES

FORAGES D'AERSCHOT

DE WESTERLOO ET DE ZEELHEM

par le baron Oct. VAN ERTBORN (1)

Les sondages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem ont révélé des faits sur l'allure des couches tertiaires; faits sur lesquels il nous paraît intéressant d'appeler l'attention.

Aerschot et Zeelhem sont situés à peu près sous le même parallèle et Westerloo à une dizaine de kilomètres plus au Nord (2). Les coupes de ces forages ont déjà été publiées (3).

Les terrains modernes et quaternaires n'ayant aucun rapport avec les faits qui nous occupent, nous supposerons les forages de Zeelhem et d'Aerschot exécutés sur le sommet des collines diestiennes voisines et nous dressons le tableau suivant des trois coupes.

(1) Présenté à la séance du 18 juin 1901.

(2) Aerschot-Zeelhem, 17 kilomètres; Aerschot-Westerloo, 11 kilomètres; Westerloo-Zeelhem, 17 kilomètres.

(3) Aerschot (*Ann. Soc. géol. de Belgique,* t. V, p. 99. MÉM. Texte explicatif de la planche d'Aerschot. *Bull. Soc. belge de Géologie*, t. II, p. 243). Westerloo (*Ann. Soc. géol. de Belgique,* t. XXVI, MÉM.). Zeelhem (*Ann. Soc. géol. de Belgique,* t. XII, MÉM., p. 129).

	Aerschot.		Westerloo (1).		Zeelhem.	
LONGITUDE	0° 28′ 0″ E.		0° 32′ 35″ E.		0° 43′ 15″ E.	
LATITUDE	50° 59′ 10″ E.		51° 5′ 14″ E.		50° 58′ 10″ E.	
	DE	A	DE	A	DE	A
Diestien	+ 52	+ 10	— 0 5	— 40	+ 36	+ 7
Rupelien { Assise supérieure R^2.	+ 10	— 19	— 40	— 102	+ 7	— 25
Rupelien { Assise inférieure R^1.	— 19	— 46	—102	— 109	— 25	— 38
Tongrien	(*manque*)	—	(*manque*)	—	— 38	— 69.5
Asschien et Wemmelien	»	—	—109	— 130	(*manque*)	—
Ledien	»	—	(*manque*)	—	»	—
Laekenien	»	—	—130	— 160	»	—
Bruxellien	— 46	— 77	—160	percé sur 15 m.	»	—
Paniselien	(*manque*)	—	(*manque*)	—	»	—
Ypresien	— 77	— 125	?	—	»	—
Landenien { Assise supérieure L^2.	(*manque*)	—	?	—	— 69.5	—123
Landenien { Assise inférieure L^1.	— 125	—	?	—	—123	percé sur 57 m.

Prenons deux repères précis dans les coupes d'Aerschot et de Zeelhem, soit

	Aerschot		Zeelhem
Base de R^2	à — 19		à — 25
Toit de L^1	à — 125		à — 123
Puissance de R^1	27^m		13^m
Bruxellien	31^m	remplacés par	31^m,5 Tongrien.
Ypresien	48^m	—	53^m,5 Land. sup.

Ce tableau permet de constater que dans ces deux localités la base de R^2 et le toit de L^1 sont à peu près au même niveau et qu'ils sont séparés par des couches d'âges géologiques différents.

Cette substitution de couches est remarquable. On ne pourrait arguer d'une faille, car la base de R^2 et le toit L^1 sont pour ainsi dire de niveau.

Il n'y a pas d'erreur d'interprétation possible, car on ne pourrait confondre les sables bruxelliens, si difficiles à percer à cause des blocs de grès durs qu'ils renferment, avec l'argile tongrienne et l'argile ypresienne avec les dépôts variés du Landenien supérieur.

Remarquons encore qu'à Westerloo, quoique situé à l'Est de Aerschot, on a encore les couches d'âge éocène supérieur et moyen des

(1) A Westerloo, il y a 12^m,55 de Quaternaire.

environs de Bruxelles, tandis que toute cette série et l'Ypresien ne se retrouvent plus à Zeelhem.

La limite orientale du Bruxellien dans cette région serait donc représentée par une ligne S.-W.—N.-E. passant entre Westerloo et Zeelhem. La limite occidentale serait également représentée par une ligne S.-W.—N.-E., car, à Vilvorde, le Bruxellien se trouve au sol et il n'existe pas en profondeur à Malines, quoique cette ville soit située à l'Est du méridien de Vilvorde.

La zone d'extension dans cette région aurait donc environ 25 kilomètres de largeur.

Le résultat cherché ayant été obtenu à Westerloo, le Bruxellien ne fut pas percé entièrement. Ajoutons que les difficultés étaient grandes à cause de la présence de rognons de grès très durs dans le sable.

Nous ignorons sur quel étage le Bruxellien repose dans cette région. A l'époque de l'exécution du forage, nous avons étudié la question. Le résultat de cette étude a été publié dans les *Annales de la société royale malacologique de Belgique* (1).

Nous disions à ce sujet :

Tous les sondages entrepris à l'Ouest du méridien d'Aerschot, y compris celui de cette ville, ont rencontré l'argile ypresienne; plus à l'Est, à Zeelhem, à Kermpt, à Hasselt, cette formation fait complètement défaut.

Près de la surface du sol, la limite orientale de l'Ypresien ne paraît pas dépasser le méridien de Lovenjoul, localité située entre Louvain et Tirlemont.

Le problème à résoudre est donc celui-ci : A-t-on chance de rencontrer à Westerloo, situé à peu près sous le méridien de Tirlemont, en dessous des sables de l'Éocène avec grès, l'argile ypresienne et plus bas la nappe aquifère qu'elle recouvre?

Nous avons observé l'Ypresien sous le même parallèle.

A Alost	A Vilvorde	A Wygmael
De — 3.7 à — 93	De + 3 à — 90	De — 25 à — 74
Ép. 89m,70	Ép. 93 mètres.	Ép. 50 mètres.

La puissance vers l'Est, de Vilvorde à Wygmael, se réduit donc de 43 mètres, soit 2m,15 par kilomètre.

(1) Tome XXXIII (1898), séance du 12 février 1898.

Dans la direction du Nord-Est, nous avons constaté les épaisseurs suivantes :

A Louvain. . . . . 43 mètres.
A Kessel-Loo . . . 50 —
A Wygmael . . . . 49 —
A Aerschot. . . . . 48 —

Dans cette direction, la puissance de la couche est à peu près constante; prolongée vers le Nord, cette ligne passe non loin de Westerloo.

Il est donc probable que l'argile ypresienne se trouve en sous-sol de cette localité, mais sa situation sous le méridien de Tirlemont fait présumer que la puissance de l'assise y est fort réduite.

Le tableau suivant résume les niveaux occupés par l'Ypresien en suivant la ligne du chemin de fer Ostende-Bruges-Gand-Termonde-Malines et Louvain.

	DE	A	ÉPAISSEUR.
Ostende.	— 27	— 167	140
Beernem	+ 1	— 156.3	157.3
Gand, rue Charles-Quint	— 23	— 154	131
Wetteren.	+ 4	— 125.5	129.5
Termonde (1)	— 45	— 151	106
Malines.	— 85	— 162	77
Louvain, Kessel-Loo	0	— 50	50

(1) A Lebbeke, à 4 kilomètres au S.-E. de Termonde, il y a trois puits artésiens; deux d'entre eux ont leur source à 50 mètres, très probablement dans la source du sable ypresien qui se trouve au même niveau à Termonde; le troisième a sa source à 110 mètres, niveau aquifère qui ne peut être que celui du sable landenien, l'ypresien n'aurait que 54 mètres?

SUR

UN « CARCHARODON » DU TERRAIN BRUXELLIEN

PAR

M. R. STORMS

MÉMOIRE POSTHUME (1)

PLANCHE VII

Les différentes espèces de *Carcharodon* créées par Agassiz ont été établies sur des dents isolées dont la provenance même lui était souvent inconnue; aussi, l'auteur des *Poissons fossiles* lui-même a-t-il émis des doutes sur la validité de plusieurs d'entre elles, et d'après Gibles il aurait même considéré plus tard bon nombre de ces espèces comme synonymes. Les paléontologistes qui l'ont suivi ont encore ajouté à l'incertitude dans la délimitation des espèces, soit en en créant de nouvelles sur des matériaux insuffisants, soit en employant à tort les noms donnés par Agassiz, ou bien encore en élargissant plus ou moins les limites de leur conception de l'espèce.

C'est surtout le cas pour les espèces dont les dents sont munies de dentelons latéraux, celles dont nous nous occupons dans le présent travail. C'est ainsi que tandis que Gibles (2) considère *C. lanceolatus*, *C. heterodon*, *C. megalotis*, *C. auriculatus*, *C. turgidus*, *C. semiserratus* et *C. toliapicus* comme se rapportant toutes au *C. angustidens*

(1) C'est à l'obligeance du savant spécialiste de Boulogne-sur-Mer, M. le Dr *Émile Sauvage*, que la Société belge de Géologie est redevable de la possibilité de publication des notes préparées et des rédactions laissées inachevées par feu R. Storms, documents qui réclamaient une mise au point préalable à leur impression.

(2) *Monog. foss. Squalidæ Unit. St.* (Ac. nat. sc. Philad., t. 1848.)

et que Sauvage (1) adopte à peu près la même synonymie; Smith Woodward (2) va jusqu'à ranger presque toutes les espèces munies de dentelons latéraux sous le nom de *C. auriculatus.*

Plus récemment, Jaekel, sans se prononcer sur la synonymie, propose de diviser ces *Carcharodons* en quatre groupes correspondant à autant de niveaux dans le Tertiaire et représentés par quatre espèces, qu'il prend comme type de ces groupes.

La multiplicité même des découvertes de dents isolées de *Carcharodon* dans les différents gîtes fossilifères tertiaires, jointe à la différence de taille et de forme, est en partie la cause de cette divergence d'opinion, car il est fort difficile de distinguer parmi les différences que présentent les dents celles qui sont dues à la position qu'elles occupaient dans la mâchoire ou à des variations individuelles, de celles occasionnées par des différences spécifiques. D'ailleurs, la cause ne serait-elle pas à rechercher dans le fait que nous serions en possession d'un plus grand nombre de termes intermédiaires entre les différentes espèces que ce n'est le cas pour le plus grand nombre des autres espèces fossiles et vivantes.

La découverte récente faite dans le terrain bruxellien d'un certain nombre de dents et de vertèbres de *Carcharodon* provenant évidemment d'un même individu, m'ayant fourni, grâce à l'obligeance de M. Delheid, à qui l'on doit la conservation de ces restes intéressants (3), les matériaux nécessaires pour faire connaître la structure des mâchoires et la forme des vertèbres d'un représentant éocène de ce genre, il m'a paru intéressant de les comparer à des représentants du même genre ayant vécu à une époque plus récente, c'est-à-dire dans l'Oligocène moyen, et dont le Musée royal d'Histoire Naturelle possède depuis un certain nombre d'années deux beaux exemplaires. Ces restes, reconstitués par l'habile préparateur M. Sonet, forment deux des pièces

(1) *Étude sur les poissons des Faluns de Bretagne.* (Soc. des sc. nat. de Saône-et-Loire.)

(2) *Cat. fossil fishes British Museum,* 1889, t. I. *Notes on the teeth of Sharks and Skates from the English Eocene formation.* (Proc. Geol. Ass., 1898, t. XVI.)

(3) Ces dents et ces vertèbres ont été découvertes dans une sablière de l'avenue Coghen, à Uccle, près de Bruxelles. D'après M. Delheid, « ces restes gisaient dans des sables calcarifères bruxelliens mélangés à cet endroit de marne et de lignite xyloïde. Ils se trouvaient immédiatement sous le premier banc de grès calcarifère, où ces restes étaient disséminés sur une étendue de 15 à 20 mètres; toutefois, aucun vestige n'a été observé dans les sables à tubulations d'annélides et à grès lustrés sous-jacents. C'est donc dans une couche de 50 centimètres d'épaisseur que se sont effectuées les recherches ».

les plus remarquables des collections paléoichthyologiques de l'État.

Ce qui donne un intérêt spécial à l'étude de ces restes de *Carcharodon*, c'est qu'ils appartiennent précisément aux types de deux des groupes parmi lesquels on peut, selon Jaekel, diviser les *Carcharodon* vivants et fossiles. Ces groupes ont en effet pour types les espèces suivantes : *C. toliapicus* Ag., *C. heterodon* Ag., *C. disauris* Ag. (toutes probablement synonymes) pour l'Éocène; *C. angustidens* Ag. pour l'Éocène supérieur et l'Oligocène; *C. auriculatus* Blv. (Ag.) pour l'Oligocène et le Miocène; enfin, *C. Rondeletti* Müller pour le Miocène et les époques plus récentes.

Mais avant de continuer, je désire exprimer ici à M. Dupont tous mes remerciements pour l'autorisation et toute la facilité qu'il m'a accordées pour l'étude des beaux fossiles contenus dans les galeries du Musée Royal, ainsi qu'à M. Delheid pour la grande obligeance avec laquelle il m'a confié, à plusieurs reprises, les belles pièces de sa collection.

Carcharodon auriculatus, Blainv.

Les restes de *Carcharodon* recueillis par M. Delheid dans le terrain bruxellien comprennent trente-quatre dents et cinquante vertèbres. Ils étaient disséminés sur une étendue de 15 à 20 mètres dans une couche ne pouvant dépasser 50 centimètres d'épaisseur et occupaient probablement un même niveau. Les dents ont le même aspect et sont en parfait état de conservation; elles concordent bien quant à la taille et la structure; cinq d'entre elles ne sont représentées que par des cônes creux d'émail contenant au fond un noyau de dentite, structure qui se remarque chez les Squales aux dernières rangées de dents en voie de formation. Celles-ci reproduisent la forme des dents bien développées : l'une même copie exactement la dent difforme qu'elle était appelée à remplacer. Les vertèbres aussi ne portent aucune trace d'usure par les eaux. Elles sont toutes semblabes les unes aux autres et proviennent de différentes régions de la colonne vertébrale; plusieurs étaient et sont encore en connexion anatomique. Elles ont bien la forme des vertèbres connues de *Carcharodon*. En somme, il ne peut y avoir de doute que nous avons affaire ici aux restes d'un même individu.

Détermination. — Des dents semblables à celles dont nous nous occupons sont connues depuis longtemps dans les terrains bruxellien et laekenien, et elles ont été rapportées par Le Hon et ceux qui l'ont suivi au *Carcharodon disauris*, espèce créée par Agassiz pour une dent provenant de Gand et dont il a publié un dessin au trait. Mais de Blainville

avait déjà donné le nom de *Squalius auriculatus* à des dents figurées par Burtin dans son Oryctorographie (pl. 1. fig. D. Q.), dents qui paraissent devoir se rapporter à la même espèce que le *Carcharodon disauris* d'Agassiz et qui provenaient très probablement aussi des environs de Bruxelles. La dent rapportée par Agassiz au *Squalius auriculatus* de de Blainville me paraît n'avoir rien à faire avec cette espèce, comme le prouve surtout la faible épaisseur de la couronne et de la racine; de plus, elle provient probablement de couches plus récentes.

Description. — Les mâchoires sont représentées par trente-quatre dents provenant des diverses rangées transversales, excepté les dernières, qui sont celles des coins de la bouche et qui manquent. Ces dents se font remarquer par leur forme trapue, la couronne peu élevée, épaisse et renflée à la face antérieure, le développement des racines, la grandeur des dentelons et les fortes dentelures qui garnissent les bords tranchants de la couronne et des dentelons. On peut distinguer deux types différents parmi les plus grandes de ces dents : les unes sont plus longues, ont une couronne inclinée et des racines allongées (voir pl. VII, fig. 5 à 11); les autres, au contraire, sont plus courtes, ont une couronne redressée et plus épaisse, des dentelons latéraux plus petits et une racine moins longue et plus épaisse (voir fig. 1 à 4). Une comparaison avec ce qui se voit chez *Carcharodon Rondeletti* et *Lamna cornubica* vivant, et aussi chez un des *Carcharodon* de l'argile de Boom dont la position des dents a pu être annotée avant leur extraction des couches d'argile dans lesquelles elles se trouvent ensevelies en conservant leur disposition naturelle dans la mâchoire, prouve que les dents du premier type appartiennent à la mâchoire supérieure, tandis que les autres proviennent de la mâchoire inférieure.

Mâchoire supérieure. — Si nous examinons la mâchoire supérieure du *Carcharodon Rondeletti*, nous remarquons d'abord que les six premières dents ne décroissent pas sensiblement en taille d'avant en arrière; la septième et les suivantes, au contraire, diminuent rapidement, la dernière ou onzième mesurant à peine un huitième de la hauteur de la sixième. De plus, les dents antérieures sont droites et ce n'est qu'à partir de la quatrième qu'elles s'inclinent un peu en arrière. Les quatre dernières dents des deux mâchoires sont fort semblables. Chez les autres Lamnidés vivants, les dents décroissent aussi rapidement à partir des sixième et septième. Appliquant ces données à notre fossile, nous considérerons la dent la plus haute et la plus droite parmi celles que nous rapportons à la mâchoire supérieure comme

étant la première, et nous rangerons les autres en ordre décroissant et aussi selon l'inclinaison de la couronne.

Mais, à part ces différences de taille et d'inclinaison de la couronne, toutes ces dents et même celles qui suivent ont bien le même type. Leur couronne est large, épaisse, courbée en arrière, à pointes tournées en dehors. Elles portent deux larges dentelons de part et d'autre de la couronne. Ces dentelons, très développés aux premières dents, ont une tendance, aux dernières dents, à se confondre avec les bords tranchants de la couronne. La face postérieure de toutes les dents est très bombée; la face antérieure est aussi plus ou moins renflée, quoiqu'on observe une légère dépression au centre de la base de la couronne.

Les bords tranchants de la couronne et ceux des dentelons sont garnis de dentelures très fortes et assez irrégulières sur le dentelon et à la base de la couronne, mais s'atténuant vers la pointe. Les racines sont longues et fort épaisses et leurs deux branches forment un angle obtus.

Dimensions des dents.

MACHOIRE SUPÉRIEURE.				MACHOIRE INFÉRIEURE.			
	Longueur.	Largeur.	Épaisseur.		Longueur.	Largeur.	Épaisseur.
1re	44	49	19	1re	39 ½	51	18
2e.	45	46	17 ½	2e	39	50	19
3e.	48	45	14	3e.	38	50	17
4e.	44	45	15	4e.	36	50	17
5e.	41	41	14	5e.	32	44	13 ½
6e.	34	41	12 ½	6e.	35 ½	38	12
7e.	34	38	11	7e.	28	34	8 ½
8e.	30	30	9	8e.	27	29	8
				9e.	30	24	9

Mâchoire inférieure. — Chez *Carcharodon Rondeletti*, les dents de la mâchoire inférieure décroissent rapidement à partir de la cinquième, mais c'est la deuxième qui est la plus forte. Les trois dernières dents diffèrent peu de celles de la mâchoire supérieure. Si nous cherchons

maintenant à reconstituer la mâchoire inférieure de notre Squale, nous voyons quatre dents à peu près de même hauteur, mais différant un peu les unes des autres, comme les quatre premières des mâchoires. Les dents se font remarquer par leur épaisseur et par les bords droits de leur couronne, par leurs dentelons petits, mais bien découpés; elles ont leur racine courte et très épaisse. La première est presque droite, la seconde est la plus forte, les deux suivantes sont un peu inclinées; à partir de la cinquième, les dents décroissent rapidement en taille et en même temps elles ressemblent davantage aux dernières dents de la mâchoire supérieure.

Deux dents de la mâchoire inférieure sont tout à fait mal formées : l'une a la couronne repliée en dedans; l'autre l'a croquée en arrière, c'est celle qui est représentée par une des dents en voie de formation.

Vertèbres. — Plus de cinquante vertèbres ont été recueillies avec les dents et elles représentent différentes régions de la colonne vertébrale. Plusieurs se trouvent réunies et ont conservé leur connexion anatomique, et l'on peut encore en voir des groupes de trois à quatre adhérentes les unes aux autres. Quoique très friables, bon nombre de ces vertèbres sont dans un admirable état de conservation, grâce au soin et à l'habileté avec lesquelles elles ont été recueillies. Ces vertèbres sont relativement forts grandes, mais très courtes. La plus grande mesure 85 millimètres de diamètre sur 33 millimètres d'épaisseur. La face articulaire est à peu près circulaire. Outre les excavations profondes pour les neurapophyses et les hémapophyses, les nombreuses lamelles osseuses rayonnantes qui réunissent les deux cônes creux laissent entre elles un certain nombre d'ouvertures longitudinales, huit à dix au moins de chaque côté. Les vertèbres caudales sont relativement beaucoup plus épaisse, leur structure en lamelle est moins distincte, et les ouvertures latérales qu'elles laissent entre elles sont moins nombreuses.

Mais avant de procéder à cette description, voyons ce qui se passe dans la colonne vertébrale d'un Lamnidé vivant, tel que *Lamna cornubia*. Le nombre total des vertèbres chez un exemplaire de cette espèce est de cent soixante, dont soixante-dix environ sont comprises dans le lobe caudal. Dans une colonne vertébrale de 108 centimètres, ce lobe mesure 28 centimètres ou à peu près le quart. La première vertèbre est loin d'être la plus grande; en effet, dans cette même colonne, elle ne mesure que 12 millimètres de diamètre, tandis que la cinquantième, une des plus grandes, mesure 20 millimètres. Les vertèbres deviennent de plus en plus grandes jusque vers la cinquantième, puis elles décroissent,

mais ce n'est que vers la centième qu'elles ont de nouveau la même taille que la première.

Les trous pour les neurapophyses et les hémapophyses occupent à peu près la même position sur toutes les vertèbres.

La première vertèbre ne comprend qu'un disque. La seconde a les deux disques inégaux. Chez les trente-cinq premières vertèbres, il y a de chaque côté trois cavités séparées par des cloisons osseuses et limitées en haut et en bas par les trous pour les neurapophyses et les hémapophyses.

Mais, à partir de la trente-cinquième, le nombre des cavités augmente, car de la trente-sixième à la quarante-deuxième, il y a quatre cavités; puis le nombre augmente jusqu'à sept.

Les cloisons sont irrégulières et elles sont aussi sujettes à des variations, car de minces qu'elles étaient aux premières vertèbres, elles deviennent plus épaisses vers la cinquante-huitième et sont percées de trous, ce qui donne une toute autre apparence aux vertèbres de cette région. Les cloisons restent épaisses jusque vers la centième. A la cent septième, cent huitième et cent neuvième, il n'y a plus que quatre excavations, puis, deux, parfois trois, jusque vers l'extrémité de la queue, et les vingt-cinq dernières vertèbres n'ont plus qu'une cavité de chaque côté. L'épaisseur (longueur) des vertèbres subit aussi des modifications, car elle croît jusque vers la cinquante-septième, puis décroît rapidement à partir de la soixante-deuxième.

Comparées aux vertèbres de l'espèce vivante, celles du Squale fossile sont plus courtes, c'est-à-dire qu'elles ont la forme de disques dont l'épaisseur est relativement moindre. Les cavités latérales sont plus nombreuses, car il y en a onze à douze de chaque côté entre les trous pour les neurapophyses et les hémapophyses, tandis qu'il y en a trois à quatre aux vertèbres du lobe caudal. La plus grande vertèbre ressemble beaucoup aux vertèbres de Lamna qui suivent la cinquante-huitième.

Les dernières vertèbres, celles du lobe caudal, deviennent graduellement plus longues (épaisses) et diffèrent de celles correspondantes de Lamna par le nombre plus grand de cavités : il y en a quatre. Les faces articulaires sont marquées d'une quantité de stries circulaires concentriques, excepté le centre, qui est uni et un peu plus excavé, plus épaisses et leurs cloisons sont moins nombreuses, moins distinctes, et l'on ne remarque plus que deux à trois ouvertures de chaque côté.

Diamètre en millimètres	85	74	68	48	38	45	34.
Épaisseur —	33	26	23	20	—	20	16.

Comparaison entre « Carcharodon auriculatus » de Blainville et « Carcharodon angustidens » Agassiz, de l'Oligocène moyen.

Les deux *Carcharodon* de l'argile rupelienne montés dans le Musée royal sont semblables par la taille, la forme des vertèbres et l'aspect des dents; ils ne diffèrent que par les proportions de celles-ci, qui sont plus larges chez l'un des deux individus. Malgré cela, tous les autres caractères concordent si bien qu'il ne semble pas possible de les séparer spécifiquement; je les rapporte tous deux à *Carcharodon angustidens* d'Agassiz, d'autant plus que l'on trouve toutes les transitions entre les deux types.

Comparé à ces deux squelettes, le *Carcharodon* bruxellien en diffère :

1° Par la forme des dents, qui sont plus trapues chez notre fossile, les couronnes étant plus courtes, renflées en avant et les racines proportionnellement plus développées;

2° Par le plus grand développement proportionnel des dentelons latéraux, surtout celles des dents antérieures de la mâchoire supérieure;

3° Par la nature des dentelures qui garnissent les bords tranchants de la couronne, qui sont tout autres, car elles sont plus fortes et plus irrégulières chez le *Carcharodon* bruxellien. De plus, elles sont plus fortes à la base de la couronne et s'atténuent vers le sommet. Chez le *Carcharodon angustidens*, elles sont régulières, fines, serrées les unes contre les autres, et plutôt plus fines à la base de la couronne. En outre, au lieu d'être plus au moins arrondie, chaque petite dentelure se prolonge en plis perpendiculaires aux bords de la dent, de façon à lui donner l'aspect pectiné;

4° Par le nombre plus faible de dentelures sur les bords de la couronne. Chez *Carcharodon auriculatus*, Blainville, on n'en compte que trente-quatre, tandis qu'il y en a plus de soixante-quatre chez le *Carcharodon* rupelien.

5° Enfin, par les dimensions *beaucoup* plus faibles des dents comparées aux vertèbres chez *C. auriculatus* que chez le *Carcharodon* de l'argile de Boom. En effet, chez *Carcharodon auriculatus*, la plus haute dent mesure 51 millimètres tandis que la plus grande vertèbre a un diamètre de 90 millimètres; chez le *Carcharodon* rupelien, la plus haute dent mesure 74 millimètres et la plus grande vertèbre 102 millimètres. Ce caractère frappant, sur lequel M. Delheid a déjà attiré l'attention, suffit à lui seul à bien différencier les deux *Carcharodon* dont nous nous occupons.

Comparaison avec « Carcharodon angustidens » et « Carcharodon turgidus » du Rupelien.

1° Toutes les dents sont plus massives, plus trapues;

2° Les racines sont plus épaisses, plus longues, principalement à la mâchoire supérieure;

3° La couronne est plus petite;

4° La face interne de toutes les dents est plus renflée;

5° Les dentelures des bords sont très fortes à la base de la couronne et sur les dentelons, mais elles s'atténuent vers le haut; de plus, elles sont inégales, tandis que chez les espèces du Rupelien elles sont plus petites, à peu près de même force sur tout le bord tranchant de la dent;

6° La couronne est, à la mâchoire supérieure, plus inclinée et plus recourbée;

7° Enfin, et ce caractère est le plus frappant, les dents sont beaucoup plus petites chez notre espèce que chez les espèces du Rupelien, comme l'a déjà fait remarquer M. Delheid; en effet, les dimensions sont respectivement: *C. auriculalus* 510 et 85; *C. angustidens* 745 et 93; *C. turgidus* 76 et 102.

Conlcusions. — Pour toutes ces raisons, et surtout pour la dernière, il me semble impossible de rapporter le *Carcharodon* du Bruxellien à la même espèce que celles du Rupelien.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Fig. 1 à 4. — Dents de la mandibule; partie antérieure.
Fig. 5 et 6. — Dents de la mâchoire supérieure; partie antérieure.
Fig. 7 et 8. — Dents de la mâchoire supérieure; partie moyenne.
Fig. 9 à 11. — Dents de la mâchoire supérieure; partie postérieure.
Fig. 12 à 16. — Vertèbres; *b.* partie postérieure du corps.

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XV

(Deuxième série, tome V)

ANNÉE 1901

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Tome XV. — Année 1901

Un précurseur belge de la Géologie au XVIe siècle.

LE SYSTÈME GÉOLOGIQUE

DE

SIMON STÉVIN

PAR

JEAN VINCENT (1)
Météorologiste à l'Observatoire royal de Belgique.

Avant de passer à la reproduction de l'intéressant article que M. *J. Vincent* a consacré, dans l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire royal* pour 1901, au « système géologique » de notre compatriote Simon Stévin, nous fournirons ci-après quelques extraits d'une Note biographique sur ce savant, incluse dans un autre travail, également du même auteur, paru dans le recueil précité et intitulé : *Aperçu de l'histoire de la Météorologie en Belgique,* 1re partie.

Simon Stévin, dit M. Vincent, qui occupe une place éminente dans l'histoire des sciences en Belgique, naquit à Bruges en 1548. Après un séjour à Anvers, il voyagea en Pologne et dans les contrées du Nord. Puis il se fixa en Hollande, où il mourut en 1620. En 1586, il publia, à Leyde, sa Statique (*Weeghconst*), ouvrage des plus remarquables. On y trouve indiquées, pour la première fois, la condition d'équilibre d'un corps placé sur un plan incliné et celle de trois forces appliquées à un même point dans un plan. La pesanteur, pour Stévin, était universelle; il n'y a pas des corps lourds et des corps légers, tous sont lourds. Si, en un certain milieu, un corps monte, il descendra dans un autre, et c'est ce qui montre que la pesanteur est universelle. En 1620, F. Bacon demandera,

(1) Extrait de l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire royal de Belgique* pour 1901.

dans son *Novum Organon*, que l'on détermine quels sont les corps qui sont doués de pesanteur, quels autres sont doués de légèreté, et lesquels sont dépourvus aussi bien de pesanteur que de légèreté. En hydrostatique, S. Stévin a démontré que la pression d'un liquide sur le fond d'un vase ne dépend que de la hauteur du liquide; c'est le *paradoxe hydrostatique*, habituellement attribué à Pascal. Il a fait, avec le célèbre Grotius, une expérience remarquable sur la chute des corps, avant la publication des recherches de Galilée. Aristote avait affirmé que de deux corps, le plus lourd tombe plus vite que l'autre et que les vitesses sont proportionnelles aux poids. S. Stévin prend deux balles de plomb, l'une dix fois plus lourde que l'autre; il les laisse tomber d'une hauteur de trente pieds sur une planche ou quelque autre objet où le choc puisse produire un bruit assez fort; il observe que la balle la plus légère ne met pas dix fois plus de temps que l'autre pour atteindre le but, mais que les deux balles frappent simultanément la planche, de façon qu'on ne distingue qu'un seul coup. Il en est encore de même, ajoute-t-il, si l'on prend deux corps égaux en grandeur, l'un pesant dix fois plus que l'autre.

Que S. Stévin ait admis que l'air est pesant, cela résulte déjà de son opinion sur la pesanteur des corps. Il dit quelque part dans son Hydrostatique : « Rester vidé (ledich), ce n'est pas être vide (ydel), car sans cela le poids de l'air manquerait. » L'*Appendice* (*Byvough*) de la Statique devait, comme l'auteur l'avait annoncé, contenir six parties, la dernière consacrée à l'aérostatique (*vant Lochtwicht*). Mais les diverses éditions de l'ouvrage ne renferment malheureusement que les quatre premières parties. Quoi qu'il en soit, il ne paraît pas douteux que S. Stévin ait admis la pesanteur de l'air, et c'est à ce titre surtout qu'il devait être cité ici. En déduisit-il la pression en tous sens, c'est ce qu'on peut presque affirmer après tout ce qu'il a écrit sur la pression des liquides, mais on n'en a pas de preuve formelle.

Nous mentionnerons aussi, comme se rapportant directement à la Météorologie, l'indication que nous trouvons dans sa *Géographie* (*Eertclootschrift*) de deux méthodes pour mesurer la hauteur des nuages. La première suppose que le nuage soit isolé dans le ciel et presque immobile; on fait une mesure angulaire du nuage et une mesure de l'ombre. La deuxième méthode consiste à faire une double mesure de la hauteur angulaire, aux extrémités d'une base, le nuage étant au zénith.

S. Stévin était copernicien décidé, ainsi qu'on le voit au début de son *Astronomie* (*Hemelloop*). Galilée n'avait pas encore publié son fameux *Dialago*, qui appela l'attention universelle sur la question du mouvement de la Terre.

Nous devons aussi une mention aux idées *géologiques* de S. Stévin, que les auteurs ne paraissent pas, en général, avoir estimées à leur juste valeur. Ce point mériterait quelques développements, dans lesquels nous

ne pouvons pas entrer ici (1). Disons seulement que notre compatriote proclama la théorie des causes actuelles, qui est un des principes de la géologie moderne.

S. Stévin a affirmé très nettement la nécessité de l'observation dans l'étude de la nature. F. Bacon est devenu célèbre, rien que pour l'avoir affirmé également quelques années après. « En premier lieu, dit notre compatriote, il nous faudrait un très grand nombre d'observations (*dadelicke ervaringen*) pour asseoir les sciences sur des fondements solides. Pour y arriver, il faudrait qu'un très grand nombre de personnes à la fois s'adonnassent à ces observations. » (*Géographie.*) Il réclame ces observations pour l'astronomie, pour la théorie des marées, pour la géologie, pour l'astrologie, pour la chimie, pour la médecine. Et pour intéresser aux sciences un grand nombre de personnes, les auteurs des expériences et des observations devraient les publier dans leur langue maternelle. Il ajoute que parmi les langues modernes, la plus propre aux publications scientifiques est le flamand, et, bien qu'il possédât à fond le latin et le français, il joignit l'exemple au précepte. Stévin, au surplus, connaissait cinq ou six langues, et cultivait aussi les belles-lettres.

Nous signalerons encore, de ce savant célèbre, un petit travail intitulé : *De Havenvinding*, qui doit être rangé parmi les raretés bibliographiques anciennes, relatives aux déterminations du magnétisme terrestre. M. Hellmann l'a jugé digne d'être reproduit en fac-similé dans ses *Rara magnetica* (n° 10 de ses *Neudrucke*), où Stévin est considéré à tort comme étant de nationalité hollandaise (« des grossen *holländischen* Mathematikers », dit-il erronément).

Nous ne croyons pas devoir passer sous silence ici une opinion du mathématicien hollandais Albert Girard, qui traduisit en un français incorrect plusieurs traités de S. Stévin, sous le titre de : *Les œuvres mathématiques de Simon Stévin, de Bruges*. A. Girard intercale parfois dans sa traduction des réflexions qui lui sont personnelles. Celle que nous avons à citer se trouve dans la *Géographie ;* la voici : « Cette vapeur n'est rien autre chose qu'un amas de très-petites bouteilles, ou vescies, comme je l'ay veu de mes yeux, enfermant un air plus chaud que celuy qui est à l'entour.... » C'est l'hypothèse vésiculaire, énoncée au commencement du XVIIe siècle. Elle fut en vogue, chez un grand nombre de météorologistes, jusque dans ces derniers temps ; elle est actuellement abandonnée.

La persécution religieuse, qui avait éloigné Van Lansberge et Simon Stévin de leur patrie, avait obligé une foule d'artisans et de savants à prendre le chemin de l'exil. Elle fut fatale à la Belgique, pour laquelle commença une longue période de décadence.

(1) Ce sont ces développements que M. J. Vincent a fournis dans la Notice spéciale, dont le texte intégral est reproduit aux pages ci-après.

Les auteurs qui ont écrit l'histoire des sciences mathématiques rangent S. Stévin parmi les fondateurs de la mécanique rationnelle. Ses travaux dans le domaine mathématique sont connus et appréciés. Mais ce que l'on sait moins, c'est que l'histoire de la Terre fit également l'objet de ses méditations. Stévin était ingénieur et il se fixa en Hollande. Il eut tout naturellement à se préoccuper de cette lutte perpétuelle contre les eaux qui tient constamment en éveil la population de ce pays. De là ses observations et ses études géologiques. Il les a résumées dans le deuxième livre de sa *Géographie* (*vant Eertclootschrift*), intitulé : *Du mouvement de la matière du globe terrestre* (*vant Stofroersel des Eertcloots*). Nous croyons qu'on ne lira pas sans intérêt le rapide exposé que nous allons en faire. Il s'agit d'un véritable système, conçu à la fin du XVIe siècle, à une époque où l'observation n'avait pas encore réuni les riches matériaux dont dispose maintenant la science de la Terre. Le système de Stévin est incomplet; il renferme des erreurs mêlées à des vérités; mais ce qui est remarquable, c'est qu'il est fondé sur l'observation de la nature et qu'il invoque des actions qui s'accomplissent encore sous nos yeux.

*
* *

Pendant que la Terre fait son circuit autour du Soleil et tourne sur son axe, dit Stévin, les matériaux dont elle est composée se meuvent aussi et se mélangent constamment les uns aux autres. Les parties solides, la Terre proprement dite, est mise en mouvement par les eaux et par l'air. Le Soleil échauffe la mer et y produit une évaporation; les vapeurs qui en résultent sont poussées vers les continents par le vent; converties en nuages, elles produisent la pluie. Celle-ci entraîne les terres, surtout quand elle a été rassemblée en rivières. Les marées, de leur côté, attaquent les rivages des mers.

Ces différentes actions détruisent les terres et font que la mer vient à occuper la place des continents. Mais il y a une compensation : il y a des édifications correspondantes. D'abord le vent souffle sur le sable des rivages, l'amoncelle et forme des dunes, que la mer ne peut plus recouvrir. Ensuite, dans les pays montagneux, ont lieu des éboulements et des glissements de terres; à la fonte des neiges, on voit les eaux descendre des hauteurs, emportant des argiles, du sable et des pierres; les glaçons, au dégel, obstruent les cours d'eau; les rivières débordent alors, déposent les matières qu'elles avaient charriées et exhaussent les terres déjà émergées qu'elles inondent. A leur embouchure, les rivières font d'autres dépôts, et il en résulte encore des accroissements pour les

continents. C'est ce qui a lieu en Hollande, en Prusse, en Égypte et dans d'autres pays. Les hautes marées, enfin, qui ont lieu après trente ou quarante ans, accumulent le sable sur le rivage. Cette dernière remarque est intéressante : on sait qu'Ed. Brückner a trouvé que les fluctuations de plusieurs éléments météorologiques, et particulièrement de la température, sont régies sur le globe entier par une période de trente-cinq ans environ.

Après cette vue générale, Stévin fait un examen plus approfondi des phénomènes de sédimentation. Si l'on examine, dit-il, les dépôts abandonnés par les eaux courantes, on voit qu'ils sont de nature diverse. Il y en a trois espèces : les pierres, le sable et l'argile. La vitesse d'une rivière venant à se ralentir, les matériaux les plus lourds, les pierres, se déposeront d'abord; puis ce sera le tour du sable; enfin, plus loin, quand la vitesse sera devenue très faible, l'argile se déposera la dernière.

Tous ces dépôts formés par les eaux ont un caractère commun : ils sont horizontaux.

On constate, dans les alluvions qui se forment sous nos yeux, des alternatives de sable et d'argile. En creusant le sol, on peut faire une observation semblable : on rencontre des couches d'argile, de sable, de terre noire, alternant les unes avec les autres.

En passant, S. Stévin examine la composition de cette terre noire. Il en fait l'analyse mécanique, comme on fait encore l'analyse immédiate des terres dans les laboratoires et dans les cours de minéralogie. Il en mélange une portion avec de l'eau, dans un verre; il remue et décante; après qu'il a répété cette opération plusieurs fois, il reste au fond du vase un sable blanc, gris ou jaune. L'eau de lavage est noire. En la laissant s'évaporer, on obtient un résidu noir, semblable à la tourbe. Cette matière est combustible. Elle provient des débris des végétaux qui croissaient sur la terre et qui ont été emportés avec le sable par les eaux.

Lorsque la nature opère cette séparation, ajoute S. Stévin, il se fait des dépôts de tourbe. Ici il se trompe : on sait que la tourbe se forme sur place, dans des marais, des débris des plantes qui y croissent.

En résumé, les terres et les mers éprouvent de continuels change ments. Il existe entre elles une lutte qui se poursuit indéfiniment.

*
* *

Lorsqu'il aborde la formation des montagnes, S. Stévin s'écarte de la vérité. Sans rien dire de la difficulté du sujet, nous nous contente-

rons de faire remarquer que la Hollande est le pays du monde qui se prête le moins à des recherches dans cette direction. S. Stévin voyait s'y former des dunes par l'accumulation du sable du rivage, sous l'action du vent. En certains endroits, des rameaux fichés en terre suffisent à en provoquer l'édification au bout de cinq ou six ans. Notre compatriote ne comprenait pas autrement la formation des montagnes : c'étaient, pour lui, d'anciennes dunes. Dans ces dernières, dit-il, les matériaux sont stratifiés. Quand les eaux entament les montagnes, elles mettent aussi en évidence la stratification des matériaux dont elles sont formées : on trouve des lits d'argile, de tourbe, de cailloux. Et l'on peut d'autant moins douter que la mer ait autrefois existé là où sont maintenant des montagnes, que l'on trouve au sein de celles-ci des coquilles marines. Pour Stévin, donc, les fossiles n'étaient pas des *jeux de la nature*, et il tirait de leur présence dans le sol la conclusion que les géologues en tirent encore maintenant, quelque choquante qu'elle paraisse au premier abord.

Mais si les montagnes sont d'anciennes dunes de sable, comment se fait-il qu'elles soient constituées de matériaux compacts? S. Stévin invoque ici des actions postérieures aux phénomènes de dépôt, des infiltrations d'eaux pluviales tenant en dissolution diverses matières qui ont servi à cimenter les grains de sable. Certaines sources ont leur eau colorée en bleu, d'autres en vert; cela est dû aux matières dissoutes. Les pierres à aiguiser ne sont autre chose que du sable stratifié et durci par l'apport de certaines substances. Mais comment les eaux pluviales se sont-elles chargées de ces matériaux de consolidation? Ils proviennent du grand réservoir commun : de la mer. La mer tient en dissolution des matières métalliques et des matières pierreuses. Les vapeurs qui s'en élèvent emportent ces substances, qui retombent avec la pluie. Cette dernière affirmation constitue une erreur de Stévin; mais c'est une grande et féconde vérité, que l'eau dissout tout, pierres et métaux, dans certaines conditions. Stévin, sans doute, ne pouvait en fournir la preuve directe, mais l'examen d'un grès la lui démontrait par induction, et en cela il ne se trompait pas.

Si l'on objecte que l'action incrustante des eaux qui circulent dans le sol a dû commencer par le haut et que l'on voit pourtant des masses compactes, recouvertes par d'autres qui sont meubles, S. Stévin répond que ce sont les intempéries, la gelée, la rosée, le vent, la pluie et les rayons du Soleil qui s'y opposent. Il cite comme exemple les vieux murs, qui sont durs à l'intérieur et ameublis à l'extérieur, et il rappelle l'action de la gelée sur la maçonnerie récente. De ces remarques

à l'explication de l'altération des roches compactes par les agents atmosphériques, il n'y avait qu'un pas, mais Stévin ne l'a pas vu, il faut l'avouer. Il avance à tort que les Alpes, étant pierreuses, ne fournissent plus de matériaux d'édification aux cours d'eau. Son séjour dans un pays d'alluvion, loin de toute montagne, ne lui permettait pas de s'éclairer par l'observation. Ce qu'il affirme seulement à propos des roches compactes, c'est que, si elles sont situées au bord de la mer, elles finissent par être détruites par les assauts des vagues.

* * *

Citons, pour terminer, une remarque importante de S. Stévin relative aux cours d'eaux. Une rivière ne coule pas, en général, en ligne droite, mais elle fait des détours parfois très capricieux. Aux endroits où elle se détourne vers la gauche ou vers la droite, on peut voir que ses deux rives ont un aspect tout à fait différent : l'une, celle qui reçoit le choc de l'eau, est escarpée; l'autre, où la vitesse du courant est diminuée, monte en pente douce à partir du bord de l'eau; la première est rongée et recule constamment, la seconde s'accroît par des dépôts d'alluvion. Cette règle est si générale, qu'on lui a donné le nom de *loi des méandres*. On l'enseigne dans les cours de géologie et on la vérifie dans toutes nos vallées; le plus modeste ruisselet la met en évidence, aussi bien que le fleuve le plus puissant. Les exceptions qu'on croit y remarquer parfois, s'expliquent par des circonstances particulières, comme le fait observer S. Stévin; telle est l'existence d'une île.

Comme on peut le voir, S. Stévin, qui avait pris pour devise : *Wonder en is geen wonder*, était un partisan convaincu de la théorie des *causes actuelles*, plus de deux siècles avant qu'elle ne fût défendue par Ch. Lyell. La grande lacune qui existe dans son système, si on le compare à la doctrine moderne, c'est l'ignorance des soulèvements qui ont formé les chaînes de montagnes. Il serait évidemment injuste de lui en faire un reproche; on ne peut pas davantage s'étonner de son silence relativement à d'autres questions importantes, telles que le volcanisme, qui ne sont, du reste, pas encore complètement résolues. Les vérités qu'il a formulées, alors que l'obscurité la plus profonde couvrait encore l'histoire de notre planète, suffisent à lui assurer une place parmi les précurseurs des grands géologues du XIXe siècle.

LA

STRUCTURE DU BASSIN DE PARIS

PAR

G.-F. DOLLFUS (1)

Engagé depuis une vingtaine d'années dans l'étude de la structure géologique du bassin de Paris, question qui est appelée en discussion par le programme de la section géologique, je ne puis me dispenser d'en dire quelques mots. Il s'en faut cependant que j'en considère comme résolus tous les problèmes, mais beaucoup a été fait pour leur avancement, et j'aurai jalonné une étape, si, exposant ce qui a été fait, je montre ce qui reste à faire.

Les couches minéralogiquement très diverses qui constituent le bassin géologique dont Paris est à peu près le centre ne sont point horizontales, elles sont ondulées, elles plongent pour se relever bientôt après, formant une série de rides dont les axes nommés anticlinaux sont orientés du Nord-Ouest au Sud-Est; on compte une vingtaine de ces lignes de points hauts séparés par autant de dépressions synclinales entre les Ardennes et le Perche.

Au fond, l'allure de disposition de toutes les assises, la question de dénudation restant à part, est comme si les Ardennes et le Perche s'étaient géographiquement rapprochés, ou comme si le sol tertiaire et crétacé situé entre ces massifs très résistants de terrains primaires plus élevés s'était affaissé.

Mais comment, à quel moment, ce vaste phénomène de contraction s'est-il produit? C'est ici que la question devient épineuse et susceptible de diverses interprétations.

(1) Extrait des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences*. Congrès de Paris (séance du 4 août 1900).

Les géologues qui ont autrefois étudié le pays de Bray, qui est parmi les accidents anticlinaux les mieux caractérisés du bassin, ont placé ce mouvement les uns à la fin de l'Éocène moyen, les autres à l'époque de l'Éocène supérieur. En 1880, j'ai démontré, par l'étude du prolongement du Bray, que la série tout entière du bassin de Paris avait été affectée et que le mouvement de plissement était postérieur au calcaire de Beauce. Ultérieurement, j'ai reporté cette date à la fin du dépôt des sables granitiques de Lozère et de la Sologne.

D'autre part, l'examen de l'épaisseur relative des couches sur une grande étendue me faisait reconnaître que l'emplacement de leur puissance maximum coïncide en général avec la situation géographique des synclinaux, ce qui m'avait donné à penser, en 1890, que le mouvement de plissement avait été continu, que les plis amorcés dès l'époque crétacée avaient dû aller en s'accentuant pendant toute la durée du Tertiaire.

Depuis peu de temps, M. Munier-Chalmas a exposé une vue nouvelle intéressante; il pense que les phénomènes de plissements ont pu être irréguliers et discontinus. Que la mer a pu, à diverses époques, raviner les anticlinaux déjà formés, que les flots de l'époque de Bracheux, du calcaire grossier, des sables moyens, par exemple, ont attaqué les plis déjà soulevés de telle sorte que la tectonique parisienne serait constituée par une série de plissements et de ravinements alternatifs.

Mais cette théorie ingénieuse se heurte à diverses difficultés; on devrait trouver, dans le bassin de Paris, à chaque instant des discordances angulaires, des lacunes, des ravinements profonds, or il n'en est pas ainsi; comme l'a fait remarquer M. Marcel Bertrand, la succession stratigraphique est normale et continue dans la plus grande partie du bassin de Paris, les ravinements n'ont qu'une très faible amplitude et les discordances angulaires sont rares et à peine sensibles : elles peuvent s'expliquer par des stratifications obliques littorales.

On comprend après ces détails que la question, à mes yeux, ne soit pas résolue; ce que nous savons de positif, c'est que les couches du bassin de Paris sont plissées et que ce plissement a affecté les assises du Miocène inférieur, peut-être même toutes les couches du bassin se sont tassées et contractées à une époque encore plus récente. Nous savons que les points — les plus profonds et ceux les plus saillants — ont généralement persisté à la même place comme s'il s'agissait d'un tassement *continu* très lent circonscrit suivant des lignes de fosses permanentes.

D'autre part, l'existence de ravinements marins successifs ayant décapé les crêtes anticlinales plusieurs fois reparues à la même place,

n'entraîne pas l'évidence d'un phénomène de plissement discontinu, car ces événements se sont passés à la périphérie du bassin, dans des régions généralement dénudées aujourd'hui et n'ayant laissé jusqu'ici que des traces contestables.

Une autre question reste à examiner, c'est de savoir si tous les plis sont du même âge, s'ils se sont tous formés dans les mêmes conditions; or rien n'autorise jusqu'ici à séparer leur fortune, on n'a trouvé aucune différence entre les divers plis tertiaires; mais il y a lieu de rappeler que dans les terrains anciens périphériques les couches de la Neustrie avaient déjà subi deux ordres de plissements parallèles bien plus anciens, très discordants : l'un, d'âge cambrien, ayant affecté le Précambrien; l'autre, d'âge triasique, ayant affecté les couches carbonifères du Nord, de l'Ouest et de l'Est.

Comme limite géographique, le système des plis transversaux de l'Europe occidentale s'arrête au Nord à un *horst* ou massif résistant qu'on peut désigner sous le nom de Plateau du Brabant et qui commence vers le milieu de l'Irlande, traverse le Pays de Galles, passe au Nord de Londres, sous la mer du Nord, sous la Belgique et dépasse en partie la région du Rhin. Vers le Sud, le relèvement du Perche dont j'ai parlé n'est qu'un incident de la marche de ces plis, celui qui limite géographiquement le bassin de Paris, et il peut être désigné comme axe du Merlerault; on retrouve des plissements identiques dans le bassin de la Loire, en Vendée, dans le Poitou, les Charentes, la Gironde, les Landes, le Béarn, et une partie des plis pyrénéens obéit au même ordre d'influence; c'est contre la Meseta ibérique qu'ils s'arrêtent comme seuil au Sud.

Tous ces plis débutent à l'Ouest, à l'océan Atlantique, aussi bien dans le Sud de l'Irlande qu'en Bretagne ou dans les Charentes. Vers l'Est, ils paraissent s'arrêter au Rhin inférieur, à la Moselle, ils meurent à l'Argonne. Dans la région de la Bourgogne et du Morvan, ils sont coupés par un régime de failles Nord-Est très net qui constitue un système tectonique tout autre; le Plateau central marque une interruption dans nos observations, mais les plis se retrouvent au Sud dans la Dordogne, où ils sont arrêtés par la Montagne Noire et les petites Pyrénées de l'Ariège; il y a là tout un système oriental différent, très compliqué, où plusieurs directions s'entrecroisent.

M. Marcel Bertrand, dans une carte où il a figuré les lignes directrices de la stratigraphie française, a supposé que les plissements Nord-Ouest-Sud-Est se relevaient dans la moitié Est de la France en une sorte de **V** immense et que les accidents Nord-Sud n'étaient que la continuation des accidents Ouest-Est déviés brusquement, mais cette

hypothèse séduisante ne peut être admise; dans leurs détails, les accidents de l'Ouest sont sans analogie avec ceux de l'Est, et l'on peut trouver, dans le Morvan par exemple, la prolongation des plis de l'Ouest jusqu'au cœur de la région faillée de l'Est en pleine indépendance. Une étude que je viens de faire de la région de contact des deux systèmes m'a montré que les failles étaient un peu plus anciennes que les plis. Le dernier terrain affecté par les failles Nord-Sud, qui sont d'ordre brusque, est le calcaire de Beauce, tandis que les sables de la Sologne, plus récents, ont été affectés par le régime des plis Est-Ouest qui est d'ordre continu, progressif. Les accidents de l'Est sont d'âge miocène inférieur aussi bien en Auvergne que dans la Côte-d'Or, tandis que les plissements de l'Ouest se sont prolongés jusqu'au Pliocène exerçant leur action jusque dans la région faillée.

M. G. Dollfus a fait une application de ces vues théoriques dans l'explication de la nouvelle édition de la feuille d'Évreux, de la carte géologique de France, au 80 000e, qui paraît en ce moment. Nous en extrayons le paragraphe suivant :

FEUILLE D'ÉVREUX.

(Septembre 1901.)

REMARQUES TECTONIQUES, OROGRAPHIQUES ET STRATIGRAPHIQUES.

Une série importante de plis traversent en diagonale, du Nord-Ouest au Sud-Est, la feuille d'Évreux; ils sont inégalement saillants et inégalement distants; ils sont dominés par un vaste accident qui leur est parallèle, par la faille de la Seine, qui entre dans la carte au Nord de Vernon, venant de Rouen, et en sort au Sud-Est, à Maule, se dirigeant sur Versailles. Cette faille est synclinale, c'est-à-dire que les couches à droite et à gauche plongent vers la cassure; elle est aussi subparallèle à l'accident du pays de Bray et trace une vaste courbe dont la convexité est orientée au Sud.

On peut classer les ondulations des couches de la façon suivante :

1° Rive droite de la Seine (massif d'Arthies).

Anticlinal de Vigny, passant par Chamant, Banthéleu (faille locale), Wy, Avernes, Théméricourt.

Synclinal de Lainville et Aincourt-en-Arthies, par Chaussy et Jambville.

Anticlinal de Sailly, d'Amenucourt-sur-Epte à Meulan.

Synclinal de Fontenay-Saint-Père, de la Roche-Guyon à Juziers.

2° Rive gauche de la Seine.

Anticlinal de la Seine, par Vernon, Rosny, Mantes, Epône.

Synclinal (faille) de la Seine, de Rouen à Versailles.

Anticlinal de Beynes, venant de Champnard, Douains, Lommoy, Flaccourt, Arnouville, Marcq.

Synclinal de l'Eure, de Cailly à Pacy-sur-Eure et Villiers-en-Desœuvre et de Neauphlettes à Neauphes et Trappes.

3° Rive gauche de l'Eure.

Anticlinal du Roumois, Amfreville-sur-Eure, Emalleville, Misery, Obélisque d'Ivry, Garennes-sur-Eure, La Chaussée d'Ivry, Richebourg.

Synclinal de Lillebonne, Tourneville-sur-Eure, Gravigny, Vieil-Évreux, Fresnay, La Couture, Oulins, Houdan.

Anticlinal de Saint-André, Bacquepuis, Évreux, Quessigny, L'Habit, Saussay, Bû.

Synclinal de la Rille, Parville, Navarre, Jumelles, Marcilly-sur-Eure, Abondant.

Anticlinal d'Aulnay-sur-Iton, Chavigny, Illiers-l'Évêque, Saint-Georges-sur-Eure.

Anticlinal de la Madeleine-de-Nonancourt, le Nuisement, Damville, Morainvilliers.

D'autre part, des phénomènes généraux de transgression et de discordance peuvent s'observer à diverses reprises dans la série tertiaire ; ils comportent chacun une succession régulière d'événements : Mouvement de plissement de couches antérieures ; ravinement des anticlinaux par des couches nouvelles ; accumulation des sédiments dans les synclinaux. Ils sont intervenus dans la série sédimentaire aux époques suivantes :

1° Mouvement entre la craie et le calcaire pisolithique ;

2° Mouvement entre le calcaire pisolithique et l'argile plastique ;

3° Mouvement entre l'argile plastique et le calcaire grossier ;

4° Mouvement entre le calcaire de Brie et les sables de Fontainebleau ;

5° Mouvement entre le calcaire de Beauce et les sables de la Sologne ;

6° Surélévation générale du pays d'au moins 100 mètres, creusement des vallées pendant le Pliocène et le Pleistocène.

Les dépôts : du calcaire grossier, les sables moyens, du calcaire de Saint-Ouen, du gypse, du calcaire de Brie paraissent former sur la feuille une série toujours complètement concordante. Il est à remarquer que le phénomène de plissement continu, général, du pays, n'est en opposition ni avec des périodes spéciales de ravinement et de transgressions discontinues, ni avec d'autres mouvements généraux d'affaissement et d'exhaussement d'ensemble du bassin de Paris produisant des cycles sédimentaires.

SUR L'ORIGINE ET LE MODE DE FORMATION

DU

MINERAI DE FER OOLITHIQUE DE LORRAINE

PAR

Stanislas MEUNIER.

Extrait des *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. CXXXII, nº 16, 22 avril 1901 (1).

« Dans sa séance du 18 février dernier, l'Académie a reçu de M. Georges Rolland une Communication dont la conclusion est que les couches de minerai de fer de l'arrondissement de Briey se sont constituées au fond de la mer toarcienne, les courants ayant distribué, là où on les trouve, les oolithes ferrugineuses (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 444).

» Ayant eu l'occasion, à de nombreuses reprises, d'étudier sur le terrain de semblables gisements et d'examiner, au laboratoire, les roches que j'y avais recueillies, je crois devoir déclarer qu'une semblable manière de voir me paraît, de tous points, inacceptable.

» L'opinion qui se déduit des faits et que j'ai développée naguère dans mon cours du Muséum d'Histoire naturelle, c'est, d'une part, que les couches aujourd'hui exploitées comme minerais de fer n'étaient point, lors de leur dépôt, constituées par de la limonite et, d'autre part, que la structure oolithique du terrain ne s'est produite que très postérieurement à la sédimentation. En d'autres termes, l'histoire de ces

(1) Quelques corrections et modifications ont été apportées ici par l'auteur à son texte des *Comptes Rendus,* ainsi que l'adjonction représentée par les paragraphes 3 à 5 ci-dessous.

gisements témoigne énergiquement, comme bien d'autres, de l'incessante activité dont la profondeur du milieu géologique est le théâtre.

» Il ne faut pas oublier tout d'abord que, dans certains points, les couches de minerais oolithiques sont chargées de fossiles et que les oolithes de limonite se rencontrent jusque dans les cavités des coquilles. Or, peut-on s'imaginer la vie de ces animaux, dont les vestiges sont si nombreux, dans une mer chargée de boue ferrugineuse et dont les courants auraient été assez forts pour charrier les oolithes jusqu'à une énorme distance. C'est pourtant cette supposition bizarre qu'adoptait encore en mars 1899 M. Villain (1), qui admettait que des failles ont déversé dans la mer toarcienne des torrents de carbonate de fer dissous dans l'acide carbonique. D'après lui, au contact de l'eau de la mer, la sidérose se serait décomposée en très grande partie et l'oxyde de fer précipité aurait été entraîné par les courants dans le bassin de sédimentation. Au cours du dépôt qui s'est effectué ensuite, l'oxyde de fer se serait séparé de la masse sédimentaire à l'état d'oolithes.

» Rappelons d'ailleurs qu'il ne s'agit pas d'un phénomène local, mais de formations qui s'étendent sur des surfaces considérables, aussi bien dans le Sud du Plateau central et dans l'Aveyron qu'au Nord et en Lorraine. En outre, on constate très souvent que le test des Mollusques est constitué lui-même par de la limonite, et cela tranche la question, puisqu'on ne saurait supposer que ces coquilles n'ont pas été chimiquement identiques aux coquilles de mêmes espèces qu'on trouve au même niveau géologique dans les strates non ferrugineuses.

» Les couches qui nous occupent se présentent pour moi comme des produits de transformation sur place, sans altération notable de leur structure, de couches antérieurement calcaires, comme celles qui se rencontrent à tant de niveaux du terrain jurassique. Qu'on prenne des fragments de calcaire oolithique fossilifère et qu'on les arrose pendant un temps suffisant avec une solution étendue de sulfate de fer, puis qu'on examine, au microscope, des lames minces préparées au travers de sa substance, et l'on verra les débuts et les progrès d'une *ferruginification* qu'il est très intéressant de suivre. Celle-ci est identique dans son principe à la *silicification* à laquelle se rattachent, par exemple, les gisements de meulières des terrains tertiaires parisiens, où l'on retrouve, avec une composition nouvelle, tous les détails de structure (y compris les fossiles) de couches antérieurement tout autres et qui pouvaient être calcaires.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1291.

» Quant à la forme oolithique des masses considérées, elle n'a certainement rien de commun avec celle du dépôt initial, et il suffit d'étudier de près les oolithes des calcaires jurassiques pour en être convaincu. Elles aussi contiennent fréquemment des débris de fossiles et elles affectent tous les caractères de produits lentement concrétionnés.

» Il faut reconnaître cependant que cette manière de voir rencontre à première vue des objections qui paraissent graves. La principale est d'ordre chimique et concerne la composition des oolithes de limonite. Quand on les laisse digérer dans l'acide chlorhydrique moyennement concentré à la température ordinaire, on les voit, au bout de quelques jours, se décolorer presque complètement sans perdre leur forme, pendant que le liquide dissout tout le fer. Il reste des globules gris d'apparence argileuse dont on ne voit pas les correspondants dans les calcaires oolithiques regardés tout à l'heure comme milieu générateur des oolithes ocreuses.

» Mais un examen plus approfondi de la question lève cette difficulté d'une façon complète et qui m'a vivement intéressé. On reconnait, en effet, que la matière grise argiloïde qui vient d'être mentionnée n'est pas de l'argile, malgré son apparence, et consiste, à part son mélange avec du sable, en hydrate d'alumine à peu près pur; c'est une variété de bauxite et sa rencontre en pareil gisement est tout à fait digne d'attention, étant donné que cette substance manifeste avec la limonite des traits multiples d'affinité au point de vue géologique (1). On sait, en effet, par exemple, que le calcaire est tout aussi apte à précipiter l'alumine que le fer de ses dissolutions salines. De sorte que si un fragment de calcaire est plongé dans une dissolution de sulfate d'alumine, il se fait un précipité d'alumine, il se dissout du sulfate de chaux et il se dégage de l'acide carbonique.

» Tout cela posé, voici comment il paraît légitime de reconstituer l'histoire des couches à oolithes ferrugineuses : Tout d'abord, la mer toarcienne a déposé des assises de limon calcaire plus ou moins argileux et sableux, parfois presque pur, dans lequel étaient ensevelis les coquilles et les autres vestiges des animaux marins habitant le bassin aqueux. Dans un second temps, et en conséquence des mouvements moléculaires dont la masse a été le siège, il est devenu oolithique : le

(1) Il est intéressant de rappeler à cette occasion que c'est dans le minerai de fer du Fouta-Djallon au Sénégal et, par conséquent, dans la *latérite* que Berthier a découvert la bauxite pour la première fois (*Annales des Mines*, 1re série, t. V, 1820, p. 133, et t. VI, 1821, p. 531). Le même savant a reconnu, en 1828, l'hydrate d'alumine dans le fer en grains (*Annales des Mines*, 2e série, t. III, p. 241).

calcaire s'est arrangé autour de certains centres, grains de sable ou autres objets, et les matières autres que le calcaire, argile, etc., ont été refoulées dans les interstices des oolithes. Enfin, dans un troisième temps, la formation a été baignée, sans doute très lentement, par des eaux contenant des sels solubles de fer et d'alumine et qui pouvaient n'en renfermer que des traces (1). Les molécules de calcaire ont été comme des pièges arrêtant au passage ces matières métalliques, et il y a eu une épigénie progressive de tout le terrain qui, tout en conservant les traits principaux de sa structure et jusqu'à ses fossiles, s'est ferruginisé et aluminisé; il est passé à l'état de minerai de fer oolithique par rubéfaction de sidérose d'abord produite.

» Les confirmations de cette hypothèse pourraient être réunies en grand nombre. Citons spécialement celle qui résulte de l'analyse chimique des limonites de Lorraine et des contrées analogues.

» On y dose très souvent l'alumine en quantité disproportionnée à la silice dans la supposition qu'elles ne contiendraient que de l'argile. Dans la mine de Frouard, j'ai trouvé jusqu'à 13 d'alumine pour 8 de silice, soit plus de 60 °/₀ d'alumine au lieu de 25 ou de 26 °/₀ que contiennent les argiles. Des analyses publiées de la limonite de Chavigny et de Lay-Saint-Christofle donnent 10 et 14.29 d'alumine contre 3.70 et 5 de silice — et l'on pourrait multiplier indéfiniment ces exemples. Ajoutons qu'une bonne partie de la silice dont il s'agit est à l'état de sable quartzeux et par conséquent doit encore être diminuée de celle entrant dans la composition d'un silicate argiloïde. Enfin, il est clair que le calcaire, qui est devenu limonite par épigénie, pouvait être plus ou moins argileux et son argile subsiste après la transformation. C'est ce qui explique les différences présentées par les analyses des diverses variétés de limonite oolithique.

» Une autre remarque concerne la dimension et la forme des oolithes ferrugineuses comparées aux oolithes calcaires :

» Elles sont d'ordinaire plus petites et moins sphériques, étant aplaties dans le sens de la stratification. Il est évident que la substitution de la sidérose ou de la limonite, dont la densité est 3.8, à la calcite qui pèse 2.7 ne peut se faire sans déterminer, dans la masse qui en est le siège, une contraction notable et par suite un tassement

(1) On sait que l'aluminium existe dans un très grand nombre d'eaux minérales; celles de Saint-Nectaire, par exemple, en contiennent de 0^{gr},017 à 0^{gr},023 par litre. On connaît des sources volcaniques qui en sont beaucoup plus riches et où l'aluminium est à l'état de sulfate.

dont la forme aplatie des oolithes ferrugineuses est comme un reflet.

» Un poids donné de carbone (6 grammes par exemple) passe de la substance de 50 grammes de calcite initiale, qui occupait $18^{cc},5$, dans celle de 58 grammes de sidérose qui occupe seulement $15^{cc},2$. Le rapport de ces deux capacités, ou 0,821, représente la contraction de chaque unité de volume de la couche, qui est d'un tiers environ.

» Comprise ainsi, la genèse des assises de limonite oolithique de Lorraine constitue un paragraphe de l'histoire des transformations successives auxquelles les couches du sol sont en proie d'une manière continue. »

NOTE

SUR

LA GÉOLOGIE DU CONGO FRANÇAIS

ENTRE LA SANGHA ET L'ATLANTIQUE (MISSION FOURNEAU) (1)

PAR

M. le Dr SPIRE,
(Laboratoire de M. le professeur A. LACROIX.)

Chargé, dès notre retour en France, par M. l'administrateur Fourneau, d'étudier les échantillons géologiques rapportés par la mission dont nous avions eu l'honneur de faire partie, nous avons pu, grâce à la bienveillante direction de M. A. Lacroix, étudier nos collections pétrographiques.

La mission Fourneau (1898-1899) avait pour but d'étudier un tracé de voie ferrée entre la Sangha, affluent du Congo, et l'océan Atlantique. Ce parcours, d'environ 900 kilomètres à vol d'oiseau, fut en réalité de 1,350 kilomètres. L'abondance des marais, la richesse de la végétation presque uniquement constituée par la forêt vierge, la couche épaisse d'argile, de sable, d'humus masquant le substratum qu'on ne voyait que rarement et par petits îlots sans continuité, enfin l'hostilité des indigènes Ossyebas et Pahouins ont rendu les observations géologiques particulièrement difficiles, parfois même impossibles.

Nous nous proposons donc dans cette note d'exposer sommairement les résultats minéralogiques et géologiques de notre mission et de décrire les collections de roches que nous sommes heureux d'offrir au Museum.

Notre itinéraire peut être divisé en plusieurs zones que nous passerons successivement en revue.

(1) Extrait du nº 7 (année 1900) du *Bulletin du Museum d'histoire naturelle de Paris*

1re zone. — *De Ouesso au confluent du Djadié et de l'Ivindo.* — Nous n'avons rencontré que des grès et des sables blancs ou grisâtres. Tous les affluents de droite que reçoit la Sangha en aval d'Ouesso, les rivières et marigots qui forment la Mosseka, enfin les nombreux tributaires du Djadié coulent sur cette formation, que recouvrent parfois des blocs ou bancs de poudingues ferrugineux d'un âge récent.

2e zone. — *Du confluent du Djadié et de l'Ivindo jusqu'à la rivière M'voung, c'est-à-dire dans tout le versant de rive droite de l'Ivindo.* — Nous avons traversé une série gneissique constituée par des roches rubanées très feldspathiques, ne renfermant que çà et là des lits micacés riches en grenat. Le type moyen est un gneiss granulitique passant à la leptynite (mais dépourvu de grenat); il est très pauvre en mica (biotite) et, au contraire, très feldspathique. Dans cette zone, on trouve également des lits de gneiss amphiboliques et des veines interstratifiées de véritables granulites dépourvus de mica (aplites), de la granulite à biotite, des filons de pegmatite à grands éléments, de quartz laiteux et enfin de diabase à structure ophitique.

3e zone. — *Entre la M'voung et la rivière Okano, dans une région dont Zouiameyong forme à peu près le centre.* — Les roches de cette zone sont en moyenne à plus grands éléments. Il est difficile d'établir une démarcation nette entre le gneiss et les granites très fréquemment gneissiques. Cette difficulté est encore augmentée par l'impossibilité où l'on se trouve de faire des observations stratigraphiques continues, les roches étant partout recouvertes par la végétation. Quelques roches intéressantes se rencontrent dans cette série, et particulièrement un gabbro andésitique micacé et quartzifère. Quant aux gneiss, ils affectent fréquemment le même aspect que ceux de la zone précédente et renferment des intercalations d'amphibolite et des lits interstratifiés de granulite.

4e zone. — *De l'Okano au mont Mékonga.* — Nous sortons ici des roches cristallophylliennes pour entrer dans une puissante série de phyllites et de quartzites, au milieu de laquelle se trouvent des granites, des filons d'aplite, de pegmatite et de quartz laiteux. Ces phyllites présentent des types variés de métamorphisme du contact des granites (à l'exclusion complète des schistes à andalousite). On rencontre notamment des phyllites à biotite et ilménite, rappelant certains types des Ardennes, et, au contact immédiat du granite, des schistes micacés feldspathisés (leptynolites).

5e zone. — *Du mont Mékonga à la ligne de partage des eaux de l'Ogoué et du Bokoué.* — Le granite, qui n'était qu'un accident dans la zone précédente, prédomine ici; ce granite a fréquemment ses éléments orientés, et contient çà et là de la hornblende. Il est parfois associé à des diorites andésitiques qui ne diffèrent du gabbro de la troisième zone que par la disparition de pyroxène. Ce granite présente d'autre part quelquefois des phénomènes de dynamométamorphisme intense; une roche recueillie dans cette région est probablement une diabase ouralitisée.

6e zone. — *Zone maritime.* — On n'y trouve plus aucune roche éruptive ou cristallophylienne, mais des grès bien stratifiés auxquels succèdent, près de la côte, des schistes argileux alternant avec des grès. Enfin, tout au voisinage de la mer, des marnes et argiles schisteuses secondaires ou tertiaires disposées horizontalement.

Il est intéressant de comparer les résultats généraux de cette coupe avec ceux de la coupe de l'Ogôoué faite par M. Barrat (1), cette dernière étant souvent sensiblement parallèle à la nôtre. En partant de l'Ouest, on voit au Nord comme au Sud la même formation de grès et de sables, et il convient donc de poursuivre vers Kandjama la ligne qui forme la limite occidentale des grès du pays des Batékés. C'est le Karoo, la formation superficielle la plus couramment rencontrée en Afrique. Les fragments de quartz laiteux et de roches granitiques altérées, que nous avons trouvés dans plusieurs ravins, nous font penser que cette couche de sables doit reposer en de nombreux points sur un substratum gneissique ou granitique.

De l'Ivindo à l'Okano, nous avons rencontré presque partout un substratum de nature essentiellement gneissique; or M. Barrat fait remarquer que, dans la région située un peu plus au Sud, il n'a rencontré nulle part de véritables gneiss. Il n'est pas possible cependant de voir, dans les roches rubanées que nous avons étudiées au laboratoire de M. A. Lacroix, l'équivalent des schistes feldspathisés (leptynolites) décrits par M. Barrat et que nous avons nous-mêmes rencontrés dans la troisième zone au contact du granite. Le caractère gneissique de nos roches est très nettement accusé, et il nous semble nécessaire d'établir entre ces formations et les voisines une démarcation nette, sans vouloir cependant préjuger en rien de leur âge absolu.

Les phyllites et les schistes métamorphisés par le granite de notre

(1) Sur la géologie du Congo français. (*Ann. des Mines*, avril 1895.)

quatrième zone sont évidemment les homologues des schistes métamorphiques feldspathisés que M. Barrat attribue au Précambrien et au Silurien métamorphique; mais cette zone est beaucoup moins étendue que dans la région de l'Ogôoué; en effet, tandis que sur le fleuve elle constitue tout l'espace compris entre N'jolé et Lopé (avec çà et là des intercalations granitiques), soit 200 kilomètres environ, nous ne l'avons rencontré que de l'Okano au mont Mékonga.

Notre cinquième zone constitue la pointe méridionale des Monts de Cristal et, pour elle, nous arrivons aux mêmes conclusions que M. Barrat.

Enfin notre sixième zone ou zone sublittorale, de nature essentiellement gréseuse et marneuse, a été déjà étudiée par Lentz et Barrat, dans les environs de Libreville et dans le Mouny. Nous n'y avons pas rencontré les formations schistocalcaires décrites plus au Sud par Barrat et attribuées par lui au Devonien, mais en revanche nous avons trouvé comme eux, en allant de l'Ouest vers la crique Maga, les mêmes roches, grès, schistes et enfin argiles d'âge secondaire ou tertiaire.

Telle est, rapidement esquissée, la physionomie générale de la géologie du pays bakota et pahouin. Nous n'avons pas rencontré, sans doute, de types pétrographiques nouveaux, mais nous espérons tout au moins que les documents rapportés par la mission Fourneau pourront servir un jour à l'établissement d'une carte géologique complète du Congo français.

L'article ici reproduit est suivi, dans le *Bulletin du Museum*, d'une série d'analyses microscopiques des principaux échantillons recueillis, qui ont été déposés au laboratoire de M. A. Lacroix. (Voir pp. 395-400 du n° 7 du *Bulletin du Museum*.)

Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge.

Note de M. Henryk Arctowski.

« Au cours du voyage de découvertes géographiques de l'Expédition antarctique belge, nous avons eu l'occasion d'examiner de plus près les terres antarctiques. Les échantillons géologiques qui ont été recueillis, aux vingt débarquements effectués dans le détroit de la Belgica, nous permettent de tracer une esquisse de la carte géologique de cette région (1). La variété des rochers en place n'est pas grande ; le granite et la diorite prédominent; de la porphyrite, de la serpentine et du gabbro ont également été trouvés. Les roches erratiques, par contre, sont variées, et elles sont, pour une bonne part, totalement différentes des roches trouvées en place. Je citerai le gneiss, différentes espèces de porphyres, des roches basaltiques et du grès. Ces blocs erratiques ne proviennent pas de l'apport des icebergs; car, en plusieurs endroits, ils sont entassés sous forme de moraines parfaitement bien conservées. D'un autre côté, ces moraines ne correspondent pas à des glaciers actuels qui seraient, par hypothèse, en retraite.

» Nous sommes donc forcés d'admettre que ces accumulations de blocs erratiques datent d'une époque à laquelle le régime glaciaire était très notablement différent du régime actuel.

» Pour diverses raisons, il me paraît tout à fait remarquable de constater la présence de ces vestiges de l'époque glaciaire dans la région polaire antarctique, et c'est pourquoi je désire signaler quelques faits à l'appui de mes assertions. L'îlot Gaston, notre huitième débarquement antarctique, situé à 1 mille de la côte, est un gros dos de mouton, parfaitement poli à la surface. Il était presque complètement dépourvu de neige lors de notre visite. En face de cet îlot, au cap Reclus, se dresse le long de la côte une très grande moraine, dirigée N.-E.-S.-O. Si l'on examine la carte des terres découvertes par l'expédition, carte dressée par M. G. Lecointe (2), on constate que la direction de la moraine est celle du détroit de la Belgica, et l'on est porté à admettre que le glacier qui a produit cette moraine devait s'écouler dans le détroit même; or, la longueur du détroit est 10 milles en cet endroit et sa profondeur atteint 625 mètres.

(1) *Bull. Soc. royale belge de Géographie,* 1900, p. 130.
(2) *Ibid.,* carte n° 1.

» Les débarquements 17 et 18 fournissent un autre argument.

» Sur l'îlot Bob, non loin de l'île Wiencke, nous avons découvert des parties de moraine, très bien conservées, situées à plus de 35 mètres au-dessus du niveau de la mer, hautes de 5 mètres à 7 mètres et adossées contre la pente du rivage. La direction de cette moraine est celle du canal : la moraine va en s'abaissant légèrement vers l'Ouest. Quelques blocs de gneiss étaient très grands et parfaitement polis à la surface. Le granite rouge est sous forme de cailloux très ronds et il en est de même d'autres roches, tandis que le granite de hornblende est fréquemment anguleux.

» De l'autre côté du détroit de la Belgica, juste en face, nous avons découvert une très belle moraine sur l'île Banck. Hauteur 20 mètres, direction parallèle à celle du détroit.

» Cette moraine est adossée à la pente de la montagne qui présente des roches moutonnées caractéristiques.

» Pour se rendre compte de ces moraines, il faut imaginer un immense glacier qui se serait écoulé dans le détroit de la Belgica vers l'Ouest, c'est-à-dire vers l'océan Pacifique.

» D'autres preuves de la grande extension des glaciers antarctiques nous sont fournies par les roches erratiques recueillies dans le golfe de Hugues, au troisième, au cinquième et au sixième débarquement, et par celles que nous avons trouvées sur l'île Anvers au quatorzième débarquement, où un banc de cailloux roulés et de blocs s'étend à une certaine distance du rivage. Puis, dans le chenal de Errera, une moraine remarquable se dresse en travers. Enfin, en de nombreux endroits, nous avons pu voir des roches moutonnées et parfaitement polies, soit le long des rivages, soit sur les petites îles.

» Les îles Moureaux de la baie des Flandres peuvent servir d'exemple. Elles sont basses et presque complètement recouvertes d'une nappe de glace; mais sur le pourtour, la roche est à découvert et l'on peut voir une surface bosselée et uniformément polie au-dessus et au-dessous du niveau des eaux de la mer. »

(*Comptes rendus Acad. des sciences,* Paris, t. CXXXI, n° 9, 27 août 1900, pp. 479-481.)

Les calottes glaciaires des régions antarctiques.

Note de M. Henryk Arctowski.

« Nulle part, dans les régions arctiques, on ne connaît une terre sur laquelle le niveau des neiges perpétuelles s'étendrait jusqu'au niveau de la mer. C'est ce qui a fait supposer à Alfred Russel Wallace (1) que les neiges éternelles ne peuvent subsister sur le terrain plat, et que les îles des régions antarctiques, pour lesquelles on admettait un recouvrement complet de neiges perpétuelles, sont toutes montagneuses et offrent, par conséquent, des conditions avantageuses pour la formation de glaciers qui s'étendent jusqu'à la mer.

» Dans un travail d'ensemble sur la géographie physique de la région visitée par l'Expédition antarctique belge (2), j'ai déjà insisté sur le fait que, dans les terres du pôle Sud, le niveau des neiges perpétuelles peut déjà se trouver au niveau même de la mer par 65° de latitude et, l'une des preuves indiquées étant absolument convaincante, je crois utile de m'étendre davantage sur la nature des glaciers antarctiques.

» L'étude des glaciers alpestres a conduit les géologues à ne distinguer que des glaciers encaissés, des glaciers suspendus généralement situés sur des flancs de vallée, et enfin des glaciers de moindre importance dits régénérés. L'idée que l'on se fait généralement d'un glacier comporte donc la présence d'une vallée. Pourtant, cette idée est fausse, car très souvent les fleuves de glace peuvent manquer. C'est le cas dans les régions équatoriales, pour les glaciers des montagnes les plus hautes, dont le sommet seul s'élève au-dessus du niveau des neiges perpétuelles. Dans les régions antarctiques, les fleuves de glace font également défaut toutes les fois que le bassin de réception est suffisamment rapproché de la côte pour que le glacier vienne se terminer, dans toute sa largeur, par une muraille de glace. Mais dans ce cas encore, le glacier commence sur les flancs des montagnes, tandis que, dans d'autres cas (et ceci contrairement à ce que supposait Wallace), les montagnes ne sont pas nécessaires pour la formation des glaciers.

» Le fait est que, dans les régions antarctiques, on rencontre des glaciers d'un type très différent des glaciers alpestres.

» Ainsi, par 65°5′ s. et 63°7′ de longitude ouest, quelques îlots,

(1) *Island Life*, 2e édit., Londres, 1895, p. 136.
(2) *Bull. Soc royale belge de Géographie*, t. XXIV, p. 93.

dénommés îles Moureaux (1), sont bas et entièrement recouverts de neige, transformée en glace en dessous et descendant en pente douce vers la périphérie de l'île.

» Nous avons donc, dans ce cas, un exemple de glaciers plats démontrant d'autant mieux l'inexactitude des idées de Wallace que la neige (névé) perpétuelle y descend, à peu de chose près, au niveau de la mer.

» Ailleurs, sur des îlots plus étendus, nous avons pu voir une accumulation de glace plus considérable, recouvrant parfaitement toutes les inégalités de terrain et formant des glaciers bombés. Ces calottes se terminaient à la mer par des murailles de glace à pic, tandis qu'à la surface elles avaient la forme de grands dos de moutons parfaitement unis.

» Il est évident que ce type de glacier se retrouvera également sur des îles plus étendues toutes les fois que le relief sera suffisamment uni pour qu'un monticule ne puisse percer la calotte glaciaire. Quant à l'épaisseur de ces calottes, elle est évidemment fonction de la plasticité de la glace et de l'étendue du terrain sur lequel elle repose.

» Il me semble qu'il n'y a de différence, entre ces glaciers bombés des petites îles antarctiques et l'inlandsis du Groenland, que dans l'étendue incomparablement plus grande de l'inlandsis et le fait que celui-ci n'atteint pas la côte, mais se résout en ruisseaux et s'écoule sous forme de fleuves de glace séparés vers la mer. Mais il peut y avoir un inlandsis plus étendu que ne l'est celui du Groenland.

» Nous pouvons dire que la grande calotte glaciaire que Croll a imaginée dans le temps (1), peut fort bien recouvrir l'Antarctide, puisque même des îlots peuvent avoir ce recouvrement de glace parfaitement uniforme et bombé que Croll admettait pour toute l'étendue du continent austral. »

(*Comptes rendus Acad. des sciences*, Paris, t. CXXXI, n° 26, 24 décembre 1900.)

(1) Voir la carte du détroit de la *Belgica*, dressée par M. Lecointe (*Comptes rendus*, 1900, 2e semestre, t. CXXXI, n° 26).

Sur les icebergs tabulaires des régions antarctiques.

Note de M. Henryk Arctowski,

« Les icebergs des régions arctiques ont généralement des formes très variées et sont le plus souvent de faibles dimensions. Pourtant, des hauteurs de 80 mètres ont été fréquemment mesurées, et il semble qu'ils peuvent atteindre des hauteurs de 110 mètres au-dessus du niveau de la mer (1).

» La forme tabulaire a été rarement observée, quoique, non loin des glaciers dont dérivent les icebergs, ils se présentent sous cette forme toutes les fois que la pente du glacier est faible, et que les icebergs qui s'en détachent restent dans leur position d'équilibre primitive. Dans les régions antarctiques, ce cas, exceptionnel pour les contrées boréales, semble, au contraire, être la règle générale, car ce sont surtout de grands icebergs tabulaires qui y ont été signalés.

» Ces grandes tables de glace des mers australes atteignent des dimensions fort considérables. On a fréquemment rencontré de ces icebergs ayant plusieurs kilomètres de longueur et dont les hauteurs mesurées atteignaient 60 mètres au-dessus du niveau de la mer. On prétend même avoir rencontré de ces *îles de glace* ayant 500 mètres de hauteur, ce qui, évidemment, n'est qu'une grossière exagération. Pourtant, c'est une erreur qui s'est fort bien répandue, de même que les assertions absolument fautives du professeur Heim, qui admet que les icebergs antarctiques sont d'origine marine, que ce ne sont que d'immenses plaques de la banquise, formées par la congélation progressive des eaux de la mer (2).

» Dans la région où la *Belgica* a navigué, nous avons pu voir parfois jusqu'à cent dix icebergs en même temps sur tout le pourtour de l'horizon. Au plus 40 p. c. avaient des formes tabulaires caractéristiques, tandis que la plupart ressemblaient aux icebergs arctiques ou dérivaient de la forme tabulaire. Les grands icebergs étaient rares. Les icebergs atteignant 50 mètres de hauteur étaient exceptionnels. Les icebergs tabulaires n'ont eu le plus fréquemment que 30 à 40 mètres de hauteur. Ces icebergs sont recouverts de champs de névé et ne montrent la glace aux rubans bleus et blancs alternant que dans le bas. Je n'ai pu examiner cette stratification de près que dans un seul cas. C'était un iceberg emprisonné dans la banquise. Il était chaviré, de

(1) E.-V. Drygalski, *Grönland-Expedition*, t. I, p. 381.
(2) A. Heim, *Gletscherkunde*, p. 270.

sorte que les strates étaient inclinés. Les bandes bleues, de même que les bandes banches, étaient composées de glace à grain glaciaire caractéristique. Les strates n'étaient pas nettement délimités les uns des autres, et la seule différence entre la glace blanche et la glace bleue était due à une structure poreuse des bandes blanches, la glace blanche renfermant beaucoup plus de bulles d'air. Mais les deux étaient formés de glace compacte. La supposition que les icebergs tabulaires sont formés de glace de mer est donc absolument erronée. Du reste, le mode de formation de la glace de mer nous montre que son accroissement d'épaisseur tend vers une limite, que Weyprecht (1) pense être de 7 mètres au maximum, quelque basse que soit la température moyenne de l'hiver et quelque grand que soit le nombre d'années, et je pense que pour les régions antarctiques ce chiffre est encore trop élevé. Du reste, l'origine continentale des icebergs antarctiques n'est pas discutable, puisque le fond des océans antarctiques est couvert de sédiments terrigènes et de blocs erratiques qui y ont été déposés par la fusion progressive des icebergs. Les icebergs déposent au loin les matériaux qu'ils ont charriés dans les glaciers dont ils dérivent.

» La plupart des grands glaciers des terres antarctiques ont une pente suffisamment douce pour produire des icebergs tabulaires. Pourtant, il est probable que la plupart des tables de glace proviennent, non pas des glaciers encaissés, mais des grands épanchements de glace qui forment l'inlandjis des terres basses. Et, sans doute, les calottes glaciaires des terres étendues s'étendent au delà de ces terres sur le plateau continental. Or, nos sondages (2), de même que les sondages de Ross, ayant montré que le grand inlandjis continental ne s'étend pas au delà de l'isobathe de 400 mètres, ce doit être ce chiffre qui doit être considéré comme étant le maximum de l'épaisseur totale des icebergs, venant du pôle, dans toute l'étendue de l'océan Pacifique antarctique. Et, si un huitième de cette épaisseur émerge, c'est à 50 mètres qu'il faut limiter la hauteur des icebergs qui se détachent de la grande muraille de glace qui s'étend à l'Est de la Terre Victoria jusqu'au 175e degré de longitude Ouest, et qui se poursuit sans aucun doute vers l'Est jusqu'aux terres situées au Sud et à l'Ouest de la Terre Alexandre, comme la dérive de la *Belgica* semble le démontrer. »

(*Comptes rendus Acad. des Sciences,* Paris, t. CXXXII, n° 11, 18 mars 1901.)

(1) K. Weyprecht, *Die Metamorphosen des Polarreise,* p. 139.

(2) H. Arctowski, *The bathymetrical relations of the antarctic regions.* (Geographical Journal, July 1889.)

SUR

LES NODALES DE SABLE OU DE POUSSIÈRE

PAR

C. MALTÉZOS.

« I. *Nodales au fond de la mer.* — Les baigneurs ont sans doute remarqué des séries de monticules de poussière ou de sable fin sur le fond de la mer d'une plage. Ces petits monticules se forment, d'après mes observations au golfe de Phalère (Attique), dans une mer dont le fond n'a ni pierres ni algues, mais qui s'élève doucement et d'une façon régulière vers la plage. Pourtant j'en ai aussi observé dans une petite partie recouverte de sable fin et circonscrite par des pierres, ou encore dans une mer peu profonde parsemée çà et là de cailloux.

» Ces monticules se montrent depuis la plage jusqu'à une faible distance qui, dans quelques parties, peut s'élever à plus d'une trentaine de mètres, où la profondeur de l'eau peut être de quelques centimètres. En général, ils sont sensiblement parallèles au bord de la plage et leurs distances sont égales et presque constantes. (Mais il y a aussi des exceptions quant à la forme et aux distances dues aux anomalies du fond et du bord de la mer. Ces anomalies sont quelquefois telles qu'il peut exister des séries de monticules se rencontrant ou encore deux systèmes de séries s'entre-coupant.)

» Ces monticules, ou plutôt les plus proches de la plage, s'effacent quand la mer est houleuse ou très agitée, et se forment quand il y a vague *sans déferlement* (1) *sensible*, pour se maintenir après dans la mer calme ou simplement ondulante.

» Ces monticules sont dus, comme je pense, à l'interférence des ondulations de l'eau qui vient avec celles réfléchies par le rivage; ce sont donc des lignes nodales.

(1) Les tourbillons qui accompagnent le déferlement contrarient la formation du phénomène.

» Sur une plage peu inclinée, la vague perd sa vitesse en venant mourir sur la plage; puis cette masse d'eau glisse, sans vitesse initiale, sous une faible épaisseur le long du plan incliné formé par la plage et rencontre le pied d'une nouvelle vague montante. Nous ne pouvons pas dire que cette espèce de mouvement provoque les nodales, parce qu'il n'y a pas deux mouvements vibratoires se rencontrant. Mais ces monticules sont dus à l'interférence des mouvements vibratoires de l'eau accompagnant la vague principale. Les corpuscules qui se trouvent suspendus dans la mer s'accumulent aux nœuds et s'y précipitent. En effet, en observant la mer à l'entrée des bains du vieux Phalère, pendant qu'il y avait vague sans déferlement sensible, avant que les nodales de sable ou de poussière fussent encore formées, j'ai remarqué que l'eau se reportait en régions où la poussière était suspendue, lesquelles par conséquent étaient troublées, séparées par des régions beaucoup plus étroites, assez limpides. Après quelques jours, dans le calme qui a succédé, j'ai mesuré là une pente moyenne de 3°,5, longueur d'onde $0^m,06$.

» De même, dans une baie voisine, j'avais mesuré une pente moyenne du fond de vingt minutes et distante des nodales de $3^m,05$; en même temps, il y avait une vague par seconde, avec vent faible du Nord, la vitesse de la vague près du rivage étant de $0^m,60$

» Comme on voit, la distance de ces nodales augmente avec la profondeur moyenne de la mer près de la plage, c'est-à-dire avec la vitesse de propagation de l'onde. La hauteur de ces monticules augmente aussi avec la profondeur.

» II. *Nodales dans un vase.* — On peut produire un phénomène analogue par l'expérience suivante : Prenons un vase contenant de l'eau dans laquelle de la poussière se trouve suspendue. Si l'on donne une poussée énergique au vase, le mouvement de l'eau, après quelques ondulations, se fait suivant une direction donnée en s'éteignant peu à peu. Or, quand le mouvement devient assez faible, la poussière est précipitée suivant des séries presque équidistantes autour du centre, c'est-à-dire suivant des lignes nodales. Ainsi, dans un vase presque cylindrique de diamètre de $0^m,11$, j'ai obtenu huit séries autour du centre, perpendiculaires au mouvement de l'eau, et de distance de 6 millimètres.

» Dans ce cas aussi, les lignes nodales sont dues, comme je pense, à l'interférence des mouvements vibratoires de l'eau provenant du choc de l'eau sur les parois du vase.

» III. *Nodales de sable sur la terre.* — Il est probable que c'est un phénomène de la même nature ce que l'on observe sur le sable des

plages sablonneuses. J'ai toujours observé ce phénomène après ou durant des vents forts du Nord-Est au Nord-Ouest. Je ne veux pas dire par cela que ces lignes ne prennent pas naissance par des vents d'autre direction, mais je ne les ai pas rencontrés jusqu'à ce moment. Je donne ici quelques mesures sur ces lignes.

» Dans une baie (sur l'île de Myconas, une des Cyclades), d'axe dirigé vers l'Ouest, avec un vent Nord-Ouest fort, il y avait trois sortes de séries : 1° dans un sillon de forte pente, avec sable sec, d'axe vers Nord-Nord-Ouest, il y avait de profondes séries distantes entre elles de $0^m,35$; 2° sur la partie la plus large et presque horizontale de la baie, avec sable légèrement humide, il y avait un grand nombre de séries distantes de $0^m,06$ à $0^m,08$; 3° sur les pentes S. d'une élévation, avec sable sec, il y avait des séries distantes de $0^m,07$ à $0^m,08$. L'axe de ces dernières séries se dirigeait vers le Nord-Ouest, et plus elles descendaient vers la base de l'élévation, plus il tournait vers l'Ouest; enfin, aux pieds Sud-Est, l'axe se dirigeait vers l'Ouest-Sud-Ouest.

» De même, au vieux Phalère, dans une petite baie d'axe dirigé vers l'Ouest-Nord-Ouest, en temps calme (après des vents nord), l'axe de ces lignes se dirigeait vers le Nord, leur distance étant de $0^m,05$. »

(*Comptes rendus Acad. des Sciences,* Paris, t. CXXXII, n° 12, 25 mars 1901.)

LES GITES MÉTALLIFÈRES STRATIFIÉS

ET LA

COUCHE MINÉRALISÉE DU CAP GARONNE, EN FRANCE (1)

PAR

B. LOTTI

Les auteurs de traités des gîtes métallifères divisent, comme on sait, les gîtes stratifiés en deux catégories; dans l'une, ils comprennent les couches métallifères où les substances qui contiennent les éléments métalliques ont pris naissance soit par une précipitation chimique au moment où la roche sédimentaire qui les renferme s'est formée, soit par une infiltration postérieure de solutions donnant naissance à la minéralisation; dans l'autre, ils comprennent les sédiments métallifères où le minerai s'est déposé mécaniquement à la suite de corrosion des gîtes préexistants. Les gîtes de la première catégorie sont qualifiés *geschichtete Lagerstätten* par M. *Groddeck* (2), qui les considère comme formés par précipitation chimique contemporaine; ils sont appelés *metamorphische Lagerstätten* par M. *Posepny* (3) et *nicht gangförmige epigenetische Erzlagerstätten* par M. *Beck* (4). Ces deux derniers auteurs sont d'avis que ces gîtes ont été oxygénés par une infiltration postérieure. M. D'Achiardi (5) et M. de Launay (6) admettent les deux origines suivant les circonstances.

(1) Cet article a paru en allemand dans la *Zeitschrift für praktische Geologie,* August 1901. L'auteur a bien voulu nous en offrir cette traduction pour le *Bulletin.*

(2) A. v. GRODDECK, *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze*, 1879.

(3) J. POSEPNY, *Ueber die Genesis der Erzlagerstätten,* 1893.

(4) R. BECK, *Lehre von den Erzlagerstätten*, 1901.

(5) A. D'ACHIARDI, *Metalli, loro minerali e miniere*, 1883.

(6) E. FUCHS et L. DE LAUNAY, *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, 1893.

Dans cette catégorie de gîtes sont compris principalement les dépôts métallifères stratifiés permo-triasiques, c'est-à-dire les conglomérats cuprifères du Var et des Alpes maritimes, les grès cuprifères des Vosges, ceux de Wallerfangen et de Saint-Avold, les conglomérats plombifères de Mechernich près de Commern dans l'Eifel, les schistes cuprifères de la Bohême et ceux de Mansfeld, les conglomérats cuprifères du Glaris, les conglomérats et les grès de Perm et d'Orembourg en Russie, de New-Jersey, du Connecticut, du Texas, de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Mexique et de Corocoro en Bolivie.

Les gîtes de la deuxième catégorie sont désignés par les auteurs *Trümmerlagerstätten, secundäre Lagerstätten* ou même, par *Posepny, hysteromorphe mechanische Lagerstätten,* et dans cette catégorie sont compris seulement les alluvions stannifères, platinifères et aurifères des différents âges géologiques, quelques dépôts de limonite, même anciens, comme ceux de Peine dans le Sénonien du Hanovre, de Salzgitter et de Dörnten dans le Néocomien de la chaîne de Salzgitter et plusieurs autres analogues renfermés dans des couches tertiaires et quaternaires.

Personne, que je sache, n'a exprimé l'idée qu'une partie au moins des gîtes permo-triasiques dont nous avons parlé puisse être le résultat du transport et du dépôt direct de matières métallifères, c'est-à-dire qu'aucun de ces gîtes puisse rentrer dans la catégorie des *Trümmerlagerstätten;* au contraire, M. Posepny (1) et M. Beck (2) n'admettent pas l'existence de gîtes de transport avec composés sulfurés, puisque ces substances seraient complètement transformées, et seuls les composés inoxydables, tels que l'or et le platine, pourraient rester dans ce cas.

Cependant il ne semble pas qu'on puisse, d'une manière absolue, se refuser à admettre que parmi les gîtes de sulfures métalliques des couches permo-triasiques, une partie n'ait eu pour origine le dépôt mécanique du minerai, et un exemple très remarquable d'une telle origine, nous l'avons dans le gîte de sulfures de cuivre et plomb du cap Garonne, près Toulon, en France.

Dans une grande partie de l'ancienne chaîne des Maures et aussi dans le versant français des Alpes maritimes, la zone de passage entre le Permien et le Trias est caractérisée presque partout par une couche de conglomérat à cailloux de quartz, qui permet de séparer assez nette-

(1) *Loc. cit.*, p. 211.
(2) *Loc. cit.*, p. 689.

ment le terrain triasique du Permien qui se trouve au-dessous (1). Ce conglomérat est compris entre les grès blanchâtres ou bigarrés qui se trouvent à la partie supérieure et les grès avec schistes rouges existant au-dessous. Le terrain permien est développé sur quelques centaines de mètres d'épaisseur et se superpose, avec discordance, au terrain cambrien ou archaïque, formé de schistes avec séricite, de phyllades avec lentilles de quartz, de quartzites, de micaschistes et de gneiss et traversé de nombreux filons quartzeux métallifères.

Au cap Garonne, près du col dénommé Colle Negre, qui ferme à l'Est le golfe de Toulon, ce conglomérat quartzeux est imprégné de minerais de cuivre et de plomb, qui sont avantageusement exploités. La couche a une épaisseur de 3 à 5 mètres et est constituée par des cailloux de quartz blanc, cimentés généralement par une matière analogue au kaolin, ou par une matière micacée, ou par les minerais mêmes qui rendent alors exploitable la partie correspondante de la couche. La minéralisation n'est pas uniforme ni générale dans la roche, mais elle se trouve d'ordinaire dans la partie moyenne du banc et forme une couche métallifère qui varie de 50 à 120 centimètres d'épaisseur. Dans cette zone se trouvent deux parties différemment minéralisées : une partie supérieure minéralisée exclusivement en plomb (galène) et une inférieure qui contient seulement du minerai de cuivre; entre les deux couches existe d'ordinaire une séparation bien nette.

Le minerai de cuivre est principalement de l'oxyde noir (Melaconite) avec de petites parties de chalcosine qui paraît, dans son ensemble, un produit d'altération de la chalcopyrite; on trouve, en effet, ce minerai n'ayant pas subi d'altérations, dans quelques parties du conglomérat où les agents atmosphériques n'ont pas eu d'action. Les deux zones minéralisées, c'est-à-dire la plombifère et la cuprifère, ne sont pas constamment associées dans le gîte, mais la zone plombifère se trouve principalement dans la partie Est, et l'on reconnaît que là où le minerai de cuivre est en plus grande quantité, le minerai de plomb diminue et, réciproquement.

D'ordinaire, le minerai de cuivre et la galène se trouvent sous forme de grains, mais de cette dernière on observe aussi de gros cristaux associés à la barytine et entourés d'une roche quartzeuse, grenue, d'une couleur faiblement grise, imprégnée de très petits grains de galène et ayant la forme de cailloux. Moins souvent on observe de gros

(1) *Carte géologique détaillée de la France.* Notice explicative, p. 218.

fragments de galène cristalline, en forme sensiblement ovoïde et recouverts par la roche clastique sans aucune relation avec des fissures ou vides de la roche même. A l'intérieur de quelques gros cailloux du conglomérat cuivreux, on trouve, après rupture, des grains de chalcosine, et, dans un caillou du conglomérat plombifère, on a observé de petits morceaux de chalcopyrite.

Ces faits prouvent que le quartz des cailloux était minéralisé avant qu'il vînt constituer le conglomérat. Une faille bien caractérisée déplace la couche métallifère, et ce déplacement peut s'évaluer à environ 18 mètres. La fente est remplie de débris de roche non minéralisée et son épaisseur est d'environ 50 centimètres. La minéralisation de ce conglomérat n'est pas limitée à cette localité, mais on la rencontre dans plusieurs endroits de la région des Maures et du versant français des Alpes maritimes où les minerais de cuivre principalement ont été l'objet d'anciennes recherches.

M. Dieulafait (1) observe que les dépôts cuivreux permo-triasiques du Var et des Alpes maritimes ont la même origine que ceux de Russie, du Mansfeld et de la Bolivie, et il dit que le minerai de cuivre se trouve dans des roches dont les éléments proviennent directement de la destruction du terrain de la formation primordiale; mais le minerai, d'après l'auteur, aurait été formé en même temps que la roche, par précipitation chimique des eaux de la mer, à la suite de l'action de vapeurs sulfurées qui se dégagent toujours dans les bassins fermés ou dans les estuaires.

S'il faut reconnaître comme exacte la manière dont Dieulafait explique l'origine de la formation clastique, il n'en est pas de même pour sa minéralisation. En effet, au cap Garonne, elle se compose de deux parties complètement séparées, superposées l'une à l'autre et de nature entièrement différente, et un tel changement instantané ne se trouve pas d'accord avec l'idée de la précipitation chimique. Les cailloux de quartz, qui renferment des grains de chalcopyrite dans le conglomérat plombifère, sont une preuve certaine de l'inexactitude de cette hypothèse. On a, par contre, dans le gîte du cap Garonne, tous les caractères d'un vrai dépôt de transport, au moyen de cours d'eau, des matières quartzeuses et métallifères des gîtes filoniens préexistants qui renfermaient de la galène, de la chalcopyrite et de la chalcosine. Le quartz et les éléments métallifères ont pu être fournis par les formations cambriennes ou archaïques qui se trouvent immédiatement

(1) L. Dieulafait, *Le cuivre*, *Ann. de chim. et de phys.*, 1879.

sous le Permien, riche en lentilles de quartz et en filons quartzeux avec galène, blende, chalcopyrite et bournonite, qui sont même exploités actuellement, comme, par exemple, aux Bormettes, au Verger, à la Rieille, à Cagolin et ailleurs dans la région environnante.

Nous avons une preuve que ces filons sont préexistants au dépôt du Permien, dans les travaux miniers des Bormettes, dans lesquels le Permien a été rencontré en deux points et où l'on a constaté que le filon touche ce terrain sans y pénétrer.

AD. KEMNA. — **Stérilisation des eaux par l'ozone.**

La firme Siemens et Halske de Berlin a été la première à appliquer l'ozone à la purification des eaux. Dès l'année 1891, des résultats expérimentaux obtenus par elle étaient publiés par A. Fröhlich (1) et par Ohlmüller (2). Peu de temps après, le baron Tindal et ses divers collaborateurs ouvraient aux intéressés leur station expérimentale de Oudshoorn, près de Leyde, et installaient des appareils à l'Exposition d'hygiène de Paris en 1895, appareils dont le fonctionnement fut étudié par l'Institut Pasteur. L'attention se porta ensuite sur les appareils producteurs d'ozone, et il y a ici à citer les noms de Marmier et Abraham (Lille), Andreoli (Londres) et Otto (Paris).

Il s'agissait maintenant de passer à la pratique, de montrer l'applicabilité en grand de ces procédés. Il a été question d'une installation considérable à Saint-Maur, pour les eaux de Paris, d'après le système Tindal; mais le projet ne paraît pas avoir reçu d'exécution. A la suite de l'Exposition (grand concours) de Bruxelles en 1897, le Gouvernement belge créa à Blankenberghe, près d'Ostende, une installation pour 2000 mètres cubes par jour; après une épuration chimique préliminaire par les procédés Howatson, les eaux devaient être stérilisées par le procédé Tindal. Les résultats de ce double traitement n'ont pas été satisfaisants, et il y a actuellement des filtres à sable ordinaires. Le procédé Marmier et Abraham a été appliqué à Emmesin pour les eaux de Lille; mais cette usine ayant dû être modifiée, l'ozonisation a été suspendue. Ainsi, pour des causes diverses, aucune installation d'ozonisation en grand n'a tenu.

Il est d'autant plus intéressant d'apprendre que pendant toute cette période, la firme Siemens et Halske avait continué ses études et les considère comme assez avancées pour pouvoir, à son tour, passer à l'application. On se rappellera la communication du docteur Weyl, l'hygiéniste bien connu, au Congrès des ingénieurs allemands à Cassel

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1901, XII, p. 340.
(2) *Arb. Kais. Gesundheitsammt*, VIII, p. 229.

en 1899. M. Weyl était, à cette époque, collaborateur de la firme Siemens et Halske (1).

La communication actuelle émane du docteur G. Erlwein, chef du service chimique de la firme. Elle a pour titre : *Trinkwasserreinigung durch Ozon nach dem System von Siemens et Halske* et a paru dans le journal *Gesundheit*, 1901, n° 15.

L'installation actuelle à Martinikenfelde, Berlin, 8, Kaiserin Augusta Allee, est pour 10 mètres cubes par heure. Nous donnons l'adresse, parce que le local est ouvert à tous ceux qui s'intéressent à la question.

L'eau employée est celle de la Sprée en aval de Berlin. La teneur bactérienne (après filtrage rapide par un filtre mécanique, sous une pression de $0^{m},2$ à 2 mètres d'eau, avec une vitesse de 1 mètre par heure) varie de 40 000 à 60 000 germes par centimètre cube. Sa composition chimique est en moyenne une oxydabilité de $0^{gr},004$ d'oxygène par litre, correspondant à environ $0^{gr},016$ de permanganate réduit. C'est donc une eau très impure.

Les installations se composent :

1° D'une pompe élévatrice;

2° De filtres mécaniques pour retenir les substances en suspension;

3° D'une tour maçonnée de 5 mètres de haut, remplie de galets de la grosseur du poing et où se produit le contact de l'eau avec l'air ozonisé;

4° Du producteur d'ozone, système à plaques;

5° D'un appareil dessiccateur de l'air, soit une machine à glace;

6° D'une pompe pour fouler l'air.

Il y a en outre divers réservoirs et bassins pour l'eau. On a eu soin de donner aux divers appareils le plus possible des dimensions d'unité; c'est ainsi que les plaques de l'ozonisateur ont 1 mètre carré de surface, et que la section de la tour maçonnée est également de 1 mètre.

Le courant alternatif a 10 000 à 15 000 volts. Deux couples de plaques consomment 1 cheval-vapeur et donnent par cheval-heure de 25 à 30 grammes d'ozone, à une concentration de 3 grammes d'ozone par mètre cube d'air. La quantité d'air ozonisé à employer par mètre cube d'eau n'est pas donnée; mais il y a un tableau qui indique la consommation en ozone par mètre cube d'eau; cette quantité est en moyenne de 2 $^1/_2$ grammes; comme il est peu probable que le passage à travers l'eau utilise la totalité de l'ozone formé, on peut estimer à au moins 1 mètre cube l'air nécessaire à 1 mètre cube d'eau.

(1) Voir *Technologie sanitaire*, 1er janv. 1901, V, p. 269.

Pour une installation complète de 100 à 120 mètres cubes à l'heure, y compris bâtiment et pompes pour fouler l'eau dans la canalisation en ville, mais non compris cette canalisation, le coût est évalué à 135000 Mark, dont 60000 pour le bâtiment, la décantation et les filtres mécaniques; l'ozonisation et ses appareils accessoires coûteraient donc 75000 Mark comme frais de premier établissement.

Les frais d'exploitation pour l'ozonisation seule seraient :

Force motrice	1.086 Pfennig.
Salaires, nettoyage, etc.	0.229 —
	1.315 Pfennig ou 0fr.01643

Passons maintenant à l'examen des résultats bactériologiques et chimiques.

Il y a à remarquer d'abord que le titre de la communication ne parle pas de stérilisation, mais uniquement d'épuration. Il y a là une nuance. En fait, sur 77 analyses, il n'a été obtenu de l'eau stérile que 18 fois. Le plus souvent, il reste quelques colonies, une demi-douzaine; le plus haut chiffre est 34. L'auteur déclare (p. 11) que, quelle que soit la teneur bactérienne de l'eau brute, il a toujours été obtenu une réduction jusqu'à la mesure pratiquement tolérable.

En examinant attentivement le tableau des analyses, on remarque que parfois les plaques de gélatine avec l'eau ozonisée se sont liquéfiées. Des quatre analyses du 10 décembre (à 10, 12, 2 et 4 heures), les plaques de l'eau brute des trois premiers prélèvements sont marquées : *verflüssigt*, liquéfiées; la dernière plaque donne 56420 colonies. Pour l'eau purifiée, la plaque de 10 heures du matin est également marquée « liquéfiés »; celle de midi est cotée : « 4 verflüssigt »; — celle de 2 heures : « 2 verflüssigt » — celle de 4 heures est stérile.

Les analyses du 14 novembre donnent le résultat suivant :

	Eau brute.	Eau pure.
10 heures.	verflüssigt	3 zum Theil verflüssigt
12 »	—	—
2 »	verflüssigt	0
4 »	verflüssigt	—

La liquéfaction des plaques, sauf le cas d'un accident de laboratoire amenant une température trop élevée pour la gélatine, est le résultat de la pullulation rapide de nombreux micro-organismes. Si les résultats doivent toujours être interprétés ainsi, il en résulterait que dans ces

cas il y a eu interruption dans la production d'ozone. Cette possibilité avait été signalée par Lindley dans la discussion de 1899. Or, la brochure de M. Erlwein donne la description d'un appareil construit plus tard; et l'on remarque que des précautions spéciales ont été prises pour signaler acoustiquement, par des moyens mécaniques très ingénieux, toute interruption dans le travail normal et en même temps écarter du réservoir d'eau pure les eaux qui traversent en ce moment l'appareil.

Il n'est donné aucun renseignement sur la nature des microbes qui échappent ou résistent à l'action de l'ozone. L'auteur attribue leur persistance à la présence d'une quantité notable de matières organiques, tant en suspension qu'à l'état dissous. « Ces matières absorbent une portion notable de l'ozone avant son action sur les bactéries. » Mais ici on retrouve une anomalie que j'ai déjà signalée antérieurement : pour 2 $^1/_2$ grammes d'ozone employé, l'oxydabilité de l'eau en oxygène ne diminue que de trois quarts de gramme. Voici peut-être l'explication de 3 atomes constituant la molécule d'ozone : 2 se combinent pour former de l'oxygène ordinaire et le troisième seul est actif. Or, la diminution d'oxydabilité de l'eau est assez exactement le tiers de la quantité d'ozone employée. Il y aurait donc une concordance quantitative remarquable entre la théorie et la pratique en grand.

Les auteurs de la méthode au permanganate ont admis que 1 partie d'oxygène peut détruire 20 parties de matières organiques; $^3/_4$ de gramme d'oxygène par mètre cube, ou $^3/_4$ de milligramme par litre, devraient donc détruire 15 milligrammes de matière au litre. Or, les déterminations du résidu solide ne montrent pas une différence constante de cette nature, pas plus que la détermination du carbone organique par la méthode à l'acide chromique.

L'acide nitreux est transformé en acide nitrique. Une augmentation d'acide nitrique par synthèse directe aux dépens de l'azote de l'air n'a pas pu être constatée.

L'ammoniaque de l'eau reste d'ordinaire intacte, quoique de petites quantités d'ammoniaque libre, ajoutées à l'eau, soient toujours oxydées. On a déterminé de même, par addition directe, que les sels ammoniacaux, les amines et les alcaloïdes ne sont pas attaqués.

Quant aux gaz dissous, les variations sont purement une conséquence physique de l'étalement et du barbotage; il y a départ d'acide carbonique, augmentation d'air dissous. L'élément important ici, est l'ozone lui-même. Au sortir du mélangeur, l'eau en renferme $0^{mgr},2$ au litre, mais il disparaît en quinze secondes. Une corrosion des tuyaux de fonte n'est donc pas à redouter.

La brochure de M. Erlwein décrit encore plusieurs formes différentes d'appareils et rend compte d'expériences faites avec des eaux ferrugineuses et tourbeuses, notamment à Kœnigsberg. Les questions d'appareil sont d'intérêt plus spécial pour les ingénieurs électriciens; les expériences de Kœnigsberg n'ont fait en somme que confirmer les résultats déjà obtenus antérieurement.

Dans sa communication de 1899, à Cassel, le docteur Th. Weyl sonnait la charge contre le filtrage au sable, que l'ozonisation devait balayer, sans en laisser d'autre trace qu'un mauvais souvenir. Les théoriciens ont ainsi de ces emballements. M. Erlwein se montre beaucoup plus réservé. Son procédé lui paraît devoir surtout s'implanter comme adjuvant à la filtration, quand une installation est devenue insuffisante; on pourrait alors faire marcher les filtres à grand débit, ne leur demander qu'un dégrossissage préliminaire et l'ozone assurerait la pureté bactériologique du filtrat. Un autre cas serait celui des eaux ferrugineuses du sous-sol, que, comme on pourrait le prévoir, l'ozone décolore aisément par oxydation du fer. Il y aurait donc à examiner le coût comparé, dans le premier cas, de l'extension des filtres et de l'installation de l'ozone; — dans le second cas, celui des eaux profondes ferrugineuses, le coût des ozonisateurs et le coût des installations connues d'aérage pour ces eaux. Si réellement l'ozone est, ou meilleur marché, ou plus efficace, on peut s'en reposer sur la sagacité des intéressés pour voir le procédé rapidement se répandre.

Ad. K.

(Extrait de la *Technologie sanitaire.*)

Bulletin de la Société de Médecine publique et de Topographie médicale de Belgique; volume XVII, 2e partie.

La Société de Médecine publique de Belgique est cette société qui a réussi à grouper les médecins de tout le pays pour l'élaboration d'une statistique permanente et la discussion occasionnelle des questions fixant l'attention des hygiénistes. C'est elle qui a organisé, en 1885, à Anvers, un congrès du choléra, où la plupart des gouvernements européens étaient représentés par des sommités; la France, par exemple, avait délégué Proust et Brouardel. Il y a environ une dizaine d'années, elle a discuté la question des maxima dans l'analyse des eaux et remis au point les exagérations des chimistes bruxellois. Quelque temps auparavant, elle avait posé les principes qui doivent régir les distributions des eaux. Pour l'éloignement des immondices et les égouts des grandes villes, le rapport de MM. Royers et Putzeys, présenté à la Société, est encore aujourd'hui un travail utile à consulter. En général, les rapports préliminaires à la discussion de la question à traiter dans la séance annuelle sont faits avec soin, et la discussion a ainsi un intérêt pratique. Il y a en outre l'avantage moral d'inciter à un travail scientifique ou tout au moins de faire s'y intéresser bon nombre de médecins de petites localités, qui seraient sans cela absolument abandonnés à eux-mêmes. L'Académie officielle de médecine occupe un sommet; on n'y arrive qu'après réputation faite; le nombre des membres est limité par les statuts. La Société, au contraire, est plus ouverte et accueille toutes les bonnes volontés.

Après ce préambule, on ne pourra pas nous accuser de méconnaître ce que cette Société a de bon; et les critiques que nous nous permettrons seront considérées par les juges impartiaux comme une conséquence même de l'intérêt que mérite l'institution.

Le volume XII, publié en juin 1901, est le rapport sur l'état sanitaire de la Belgique pendant toute une année. Mais cette année est l'année 1899. Cela nous ramène au siècle passé et est déjà de l'histoire ancienne. On se souvient encore vaguement des événements, mais, pour les localiser correctement dans leur année propre, il faut déjà un effort

de mémoire. Un retard de dix-huit mois enlève certainement au travail le bénéfice de l'actualité.

Néanmoins, il pourrait avoir encore une utilité très réelle. Tout le monde fait forcément de l'hygiène locale. Un travail d'ensemble, condensant tous les renseignements particuliers en une vue générale sur l'histoire médicale de tout un pays pendant toute une année, aurait un intérêt durable.

Mais la Société fait de la « topographie médicale ». La constitution médicale d'une région doit être influencée par le caractère de cette région, tel que déterminé par la composition géologique du sol, l'altitude, les conditions climatériques, etc. En théorie, une telle influence est parfaitement admissible. Mais on admettra également que la civilisation consiste essentiellement à rendre, dans une certaine mesure, l'homme indépendant de son environnement immédiat. En tous cas, il ne peut s'agir, pour cette action directe du milieu spécial, d'une influence absolument prépondérante; l'intensité de cette influence est une question de quantité de plus ou de moins. Et l'on peut se demander si les organisateurs de la Société n'ont pas quelque peu surtaxé le facteur topographique, quand on les voit diviser notre petit pays en douze zones.

Et ces douze zones restent distinctes, car on donne le travail de chacun des rapporteurs. Et ce travail consiste en quatre rapports trimestriels qui sont donnés tels quels. Pour se faire une idée de l'histoire médicale de la Belgique en 1899, il faut donc lire $12 \times 4 = 48$ rapports. Avec la meilleure volonté, on ne peut pas dire qu'il y a là un travail d'ensemble; ce n'est pas un bâtiment construit, ce sont des matériaux à pied d'œuvre.

Pour se convaincre du bien-fondé de ces observations, la Société de Médecine a un moyen bien simple. Elle publie des rapports mensuels; les rapports, tant annuels que mensuels, sont communiqués à la presse. L'accueil fait aux deux sortes de publications est caractéristique : tous les journaux reproduisent le Bulletin mensuel, court, rédigé par un seul médecin centralisant tous les renseignements, et ne venant pas trop en retard. Le rapport annuel va droit au panier, et il faut des convaincus et des zélés pour lui accorder la part d'attention qu'il mérite.

La Direction de la Société a encore un autre moyen d'éclairer sa religion sur la valeur minime du principe topographique : c'est de lire tous les rapports. Tous les rapporteurs disent en somme la même chose, et fort souvent un même rapporteur dit, pour son compte, quatre fois la même chose, une fois pour chaque trimestre. Et pourtant, ce

n'est pas fastidieux, du moment qu'on fixe son attention, non sur le fond, mais sur la forme. Le bourgeois gentilhomme était ébahi des quatre façons dont son professeur de littérature disait : « Belle marquise etc. » Il est naturellement douze fois plus intéressant d'entendre dire quarante-huit fois que l'incurie des populations ou des administrations a amené une recrudescence de la fièvre typhoïde. On peut classer les diverses modalités d'expression : il y a les indignés, les sarcastiques, les philosophes, les indifférents, etc.; bref, on peut faire, par induction, la psychologie de douze médecins qui posent, sans le savoir, devant votre objectif mental.

Car chaque rapporteur garde sa personnalité dans la pleine indépendance dont il jouit. Des règles générales pour l'élaboration des rapports ne paraissent pas exister. Il n'y a aucune unité de plan ni de vues. Rien que pour l'étendue à donner au travail, on constate des idées fort disparates. Il y a des rapports prolixes, il y en a de laconiques; il y en a dont les périodes sont arrondies avec soin, tandis que d'autres sont rédigés en style télégraphique, de simples notes mises bout à bout, au hasard. Il semble y avoir une loi régissant les phénomènes : l'étendue des rapports et le soin apporté à leur rédaction sont inversement proportionnels à l'importance de la localité qu'habite le rapporteur.

Quand on parcourt les Bulletins mensuels de la Société, on y trouve presque toutes les communes un peu importantes du pays; dans chacune de ces communes, la Société a un correspondant. Mais trop souvent les colonnes en regard de certaines localités restent vides : le correspondant n'a rien envoyé. Le rapporteur de la zone du littoral a six correspondants qui lui ont envoyé ensemble quarante-cinq bulletins pour toute l'année. Il trouve que ce n'est guère. Il a reçu des bulletins immaculés, avec cette simple mention : État sanitaire très favorable. (La zone du littoral comprend les stations balnéaires à la mode.) Le rapporteur déclare que par suite de l'insuffisance de renseignements, ses quatre rapports trimestriels n'offrent que peu d'intérêt.

A l'autre extrémité du pays, son collègue de la zone ardennaise exhale les mêmes plaintes, mais avec une philosophie moins résignée. Quand toutes les corporations se syndiquent, seuls les médecins ne parviennent pas à se grouper pour la défense de leurs droits et de leurs « privilèges » (?). Les listes des membres des diverses Sociétés médicales sont bien fournies, dit-il, mais personne ne vient aux séances. Et notre Ardennais demande si cet absentéisme sévit également à l'Académie de médecine, au Conseil supérieur d'hygiène, aux Commissions médicales, « partout enfin où l'on touche des jetons de présence ».

La réponse à l'insidieuse question du rapporteur ardennais est certainement négative. Mais il y a une autre question à poser : Dans ces séances à jetons, fait-on toujours beaucoup meilleure besogne qu'à la Société de Médecine publique, avec ses correspondants intermittents? Il faut bien compter un peu avec la faiblesse humaine; le zèle se relâche et les institutions bénévoles sont constamment menacées de mort lente. Leur situation devient grave quand elles entrent dans la phase de la quiétude satisfaite; il n'y a pas de danger quand des caractères fortement trempés sonnent le réveil, jettent, même avec un peu d'exagération, le cri d'alarme.

Pour donner plus d'intérêt à son rapport annuel, la Société de Médecine publique devrait charger de ce travail un seul de ses membres, veiller à une publication plus rapide, et, pour les cas un peu spéciaux, comme par exemple des épidémies locales de quelque importance, demander à un médecin de la région une étude détaillée, qui serait une annexe au rapport général sommaire.

Précisément dans cette année 1899, il y a eu deux intéressantes épidémies d'origine hydrique, et qui rentrent donc tout spécialement dans le cadre de ce journal : la fin de l'épidémie de fièvre typhoïde de Verviers et l'affection cholériforme de Herstal (province de Liége).

Le rapporteur pour la zone du Condroz dit que la fièvre typhoïde à Verviers était bien d'origine hydrique. Dès 1898, la maladie sévissait à Jalhay. De cette localité sort un ruisseau, la Borchène, qui déverse ses eaux dans les conduites émergeant du lac de la Gileppe. Ce lac, formé par un barrage, alimente Verviers et Dison, où il y a eu plusieurs centaines de cas (de 500 à 600). Il a suffi de couper les eaux du ruisseau contaminé pour mettre fin à l'épidémie. Pour janvier et mars 1899, il y a encore 9 cas, mais il paraît que ceux-ci sont dus à une importation d'Eupen.

Voilà tout. Le nombre des cas n'est même pas établi; le rapporteur dit « de 500 à 600 ». C'est que, paraît-il, le corps médical de Verviers et l'Administration communale ont choisi ce moment pour se quereller, et la plupart des médecins auraient refusé de signaler les cas de maladie dans leur clientèle. Il eût été intéressant d'être fixé sur ce point. La Direction de la Société de Médecine publique n'aurait-elle pas pu intervenir officieusement pour arrêter un conflit, tout au moins d'une inopportunité absolue?

A Herstal, en juin 1899, en quelques semaines, il y a 2000 malades d'une espèce de cholérine. Dans les quartiers où l'eau de la distribution n'arrive pas, les cas sont rares ou inconnus. Ceux qui boivent de l'eau

de leur puits restent également indemnes. La suppression totale de l'alimentation pendant quelques jours pour réparer des tuyaux et la recommandation de faire bouillir l'eau abaissent de suite le nombre des cas. Il n'y a donc pas de doute possible : l'eau de la distribution a causé la maladie. Pour augmenter la quantité d'eau, on prolongeait les galeries de drainage; un malveillant a brisé un tuyau, ce qui a amené dans la galerie-réservoir l'eau souillée par les travaux. Des analyses ont été faites, mais aucun chiffre n'est donné pour la partie chimique. Le rapporteur se borne à dire que l'eau était fortement altérée et présentait une quantité énorme de colonies; le 29 juin, il en trouve encore 1 428 et le 12 juillet seulement 12, ce qui se rapproche de l'état normal.

Il est inutile d'insister sur l'insuffisance de ces renseignements. Le nombre des malades est encore une fois donné en chiffre rond; il n'y a pas eu, de la part du rapporteur, le moindre effort pour ébaucher une étude un peu présentable de l'épidémie. Ceci n'est pas un reproche, c'est la constatation d'un fait. On n'a pas demandé au rapporteur une étude spéciale, et c'est déjà de sa part une preuve de zèle que de ne pas se borner à une simple mention et d'avoir donné quelques détails.

Ce principe des rapports spéciaux est du reste déjà appliqué par la Société, occasionnellement. Le volume actuel contient une intéressante étude sur l'historique des projets pour l'épuration de la Vesdre, dont les eaux, souillées par les lavoirs de laine de Verviers, ont abîmé une des vallées les plus pittoresques du pays. Le docteur Dethier, de Nessonvaux, a fait une étude complète, que M. Julien Delaite a résumée.

Une observation faite par plusieurs rapporteurs constate le bon accueil fait en général aux mesures sanitaires quand il y a eu quelques cas de fièvre typhoïde dans la localité. Cela est bien. Peut-être vaudrait-il mieux encore prévenir que guérir. Mais beaucoup de rapporteurs constatent que les mesures préventives rencontrent beaucoup d'opposition, et la plupart des administrations communales les évitent le plus possible pour des raisons électorales. Le fait que les gens consentent à se laisser guérir prouve déjà un haut degré de civilisation.

Ad. K.

(Extrait de la *Technologie sanitaire*.)

SALURE PROGRESSIVE

D'EAUX ARTÉSIENNES

par J. TOUBEAU (1)

Docteur en sciences,

Suppléant du cours de chimie analytique et chef des travaux chimiques à l'Université de Bruxelles.

Considérations préliminaires. — Le système crétacé (étage Senonien), dans une zone de 7 kilomètres de rayon, se recoupe, aux endroits d'où proviennent mes échantillons d'eau, à des profondeurs variant de 35 à 120 mètres sous le niveau de la mer. Une distance de 80 kilomètres sépare, dans la direction Nord-Ouest, cette zone du littoral de la mer du Nord.

Les forages officiellement relevés dans une ligne voisine des divers puits dont j'ai examiné l'eau, établissent que la puissance du système crétacé n'est pas très considérable dans cette zone. C'est ce que montre, entre autres coupes, la figure 1, décalquée de la « coupe géologique Sud-Nord de la Belgique », passant par Bruxelles, telle qu'elle était représentée à la section des sciences de l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897, dans le profil annexé à la carte géologique dressée par ordre du Gouvernement.

Le système crétacé s'y trouve intercalé entre le système éocène inférieur et les phyllades et quartzites primaires, et vient s'y éteindre au Midi en forme de coin plus ou moins ondulé.

Ce biseau forme ici la lisière méridionale du bassin crétacé de forme elliptique dont l'axe principal aboutit, d'une part, au Dorset au Sud-Sud-Ouest et, d'autre part, au Hanovre au Nord-Nord-Est.

L'inclinaison dominante de cette bordure plonge au Nord vers l'embouchure du Rhin.

(1) Extrait de la *Revue de l'Université de Bruxelles*, t. III, décembre 1898.

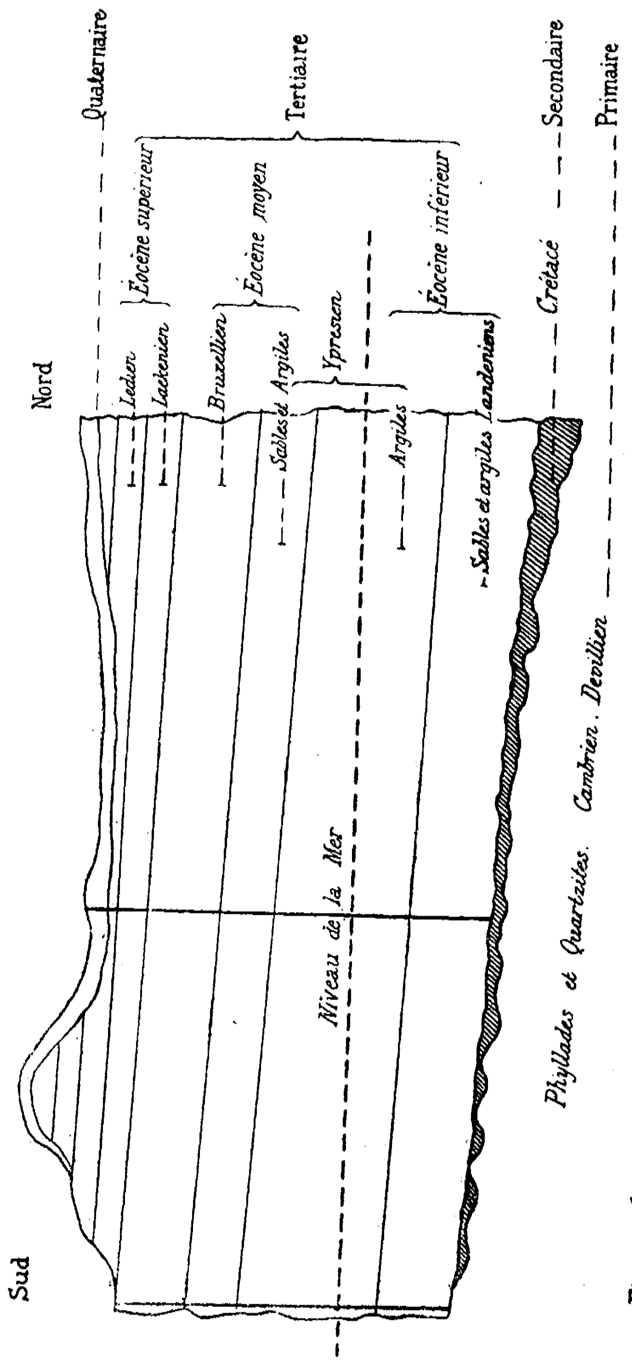


Figure 1. à l'échelle de $0^{m},01 = 25$ mètres soit $\frac{1}{2500}$ pour la hauteur.

La superposition suivante y compose généralement le système crétacé :

Au contact de la roche primaire { sables marneux gris, sables grisâtres, cailloutis de roches primaires;

ensuite craie marneuse, craie sableuse grisâtre (1), silex diversement teintés,

enfin, sous le contact de l'Éocène inférieur, la craie blanche.

Cependant, au puits indiqué sous la lettre A à la figure schématique 2, et sur lequel portent mes observations, poursuivies pendant la plus longue durée, qui avaient principalement pour objet l'étude du degré de salure, le système n'offre plus du tout cette constitution.

Je dois à la grande obligeance de M. Rutot, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle à Bruxelles, de m'avoir appris que le système n'est, entre autres dépôts fluviaux, représenté à cet endroit que par un gravier grossier associé à un limon rougeâtre, à l'exclusion de craie proprement dite.

Le puits E de la figure 2, lui, n'arrive même pas au contact de ce système, et le puits D touche, comme j'ai pu m'en convaincre moi-même par l'examen des roches rencontrées dans son forage, directement une crête primaire.

A la séance du 14 novembre 1896 de la Société royale de malacologie de Belgique, M. van Ertborn « parle de la forte proportion de NaCl qui se rencontre en ce moment dans les eaux de certains puits artésiens situés à l'Ouest de Bruxelles ».

Le procès-verbal de cette séance, ne faisant mention d'aucune autre circonstance relative à cette proportion de chlorure de sodium, me suggéra l'idée de reprendre mes observations antérieures remontant à sept ans environ et de les compléter par des observations nouvelles, surtout qu'après avoir relu de nombreux documents relatifs aux puits artésiens de cette région et des territoires voisins, je n'y découvris aucun fait analogue.

L'existence du chlorure de sodium est certes constatée dans maintes nappes aquifères continentales, par exemple :

Dans la nappe carbonifère (voy. le cours de M. Gosselet sur les nappes aquifères du Nord de la France);

Dans presque tous les puits artésiens voisins de la côte ;

(1) M. le profr G. Lambert mentionnait, en 1894, l'existence dans la craie sableuse de grains d'apatite titrant près de douze unités d'anhydride phosphorique découverts, dans le forage du Gouvernement, au puits de l'hôtel des chemins de fer à Bruxelles.

Dans les puits dépendant pour notre pays de la nappe Lédienne, qui accuse, elle, jusqu'à 3 grammes de chlorure de sodium par litre.

D'autre part, des faits de variabilité dans la composition quantitative d'eaux thermales, par exemple, de l'eau iodurée de Saxon-les-Bains (Valais, Suisse), sont parfaitement connus.

Mais, jusqu'à présent, je n'ai relevé aucune mention se rattachant à l'*augmentation progressive de la quantité de chlorure de sodium dissous dans une eau artésienne.*

Je réunis donc, dans le but d'étendre mes observations, plusieurs échantillons d'eau artésienne provenant d'une dizaine de puits différents forés dans cette zone.

Pour le côté rétrospectif de cette étude comparative, je me rapportai aux renseignements que certains services communaux avaient bien voulu me donner, aux analyses rappelées surtout par M. Rutot et Van den Broeck dans leurs remarquables études hydrologiques, aux bulletins de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie (années 1887-1897), et enfin aux indications antérieures que j'avais moi-même recueillies.

Observations. — Le puits A de la figure 2 est un puits privé qu'il ne m'est donc pas permis de désigner autrement. Sa profondeur est inférieure à 100 mètres sous le niveau de la mer.

Les premières observations analytiques auxquelles j'ai procédé ont actuellement, comme je l'ai rappelé plus haut, plus de sept ans de date.

Après avoir débarrassé l'eau d'un léger limon calcaire qu'elle tenait à cette époque en suspension, je trouvais par litre $0^{gr},710$ de résidu salin, et dans ce résidu, de réaction alcaline, une quantité d'éléments suffisants à composer $0^{gr},57$ de chlorure de sodium. Le degré hydrotimétrique français correspondait alors à la réputation de faible dureté des eaux d'origine crétacée proprement dite : il n'était que de 11°.

L'année suivante, je constatais dans la proportion de matières fixes une majoration de plus de 1 gramme sur le premier chiffre trouvé, et la proportion du chlorure de sodium seul atteignait même $1^{gr},503$. En même temps s'observait une légère hausse du degré hydrotimétrique allant jusqu'à 13°,5.

Passant ensuite par des richesses salines successives, le litre de cette eau contenait l'an dernier $2^{gr},225$ de substances minérales, dont $2^{gr},055$ uniquement constitués de chlorure de sodium avec accentuation du degré hydrotimétrique à 17°.

Il y a fort peu de temps, j'examinais donc à nouveau cette eau et j'y découvrais $2^{gr},647$ de résidu par litre, dont $2^{gr},169$ de chlorure de sodium et un degré hydrotimétrique de 20°,5.

Il résulte des constatations qui précèdent qu'en même temps que le degré hydrotimétrique est presque double de celui que nous avions au début, la proportion du chlorure de sodium est presque quadruplée.

Cependant, mon but présent consiste simplement à faire ressortir l'augmentation progressive de la teneur de NaCl, sans vouloir établir aucune corrélation entre cette augmentation et l'accentuation simultanée du degré hydrotimétrique; car, comme nous le verrons à l'observation B, un phénomène diamétralement opposé a pu se constater là.

J'ajouterai que l'eau de puits A contient encore des quantités connues et variables également de chaux, de magnésie et de soude associées aux acides carbonique, sulfurique, phosphorique même, mais qu'il ne m'a point paru utile de coter ici, la proportion de chlorure de sodium seule étant tellement accentuée, que j'ai vu dans des générateurs des incrustations volumineuses de sel gemme développées au bout de fort peu de temps en cristaux de plus de 1 centimètre de côté.

Du reste, la quantité d'anhydride sulfurique, si souvent concomitant au sel gemme sous forme de sulfate de calcium, n'a jamais dépassé ici $0^{gr},0078$ par litre.

Continuant mes recherches sur les échantillons d'eau fournis par les autres puits artésiens de la même zone, je constatais que, pour plusieurs d'entre eux, mes dosages récents de chlorure de sodium ne correspondaient pas aux chiffres précédemment découverts, sans toutefois qu'ils atteignissent déjà les écarts considérables relevés au puits A. Cependant, là où il y a écart sensible, au puits B par exemple, cet écart se traduit toujours par une majoration en faveur des chiffres récents.

B. En effet, au puits artésien de 100 mètres environ de profondeur sous le niveau de la mer, que la ville de Bruxelles vient de faire forer à son usine à gaz de Laeken et qui est marqué B à la figure 2, nous voyons, à un intervalle d'une couple de mois, la teneur en chlorure de sodium s'élever de $0^{gr},208$ à $0^{gr},230$, tandis que, par contre, son résidu salin, d'une richesse de $0^{gr},7$ par litre d'eau, s'abaisse à $0^{gr},570$ et que son degré hydrotimétrique rétrograde de 21° à 10°,5.

C. Plus au Nord, toujours en aval de A, le puits C, qui appartient à la commune de Vilvorde, atteint une profondeur de $158^{m},35$ sous le niveau de la mer. Il pénètre de 40 mètres le système crétacé proprement dit. Or, contrairement à ce qui a été observé dans les cas précédents, son eau a conservé presque le même degré hydrotimétrique. Celui-ci est actuellement de 7°, alors que, d'après l'analyse de M. le professeur Puttemans faite en 1889, il ne dépassait pas 6°. Quant à la quantité de chlore trouvée à cette même époque, soit $0^{gr},1897$, elle se confond sensiblement avec celle de $0^{gr},185$ que je viens d'y déceler.

D'autre part, dans cette eau, la présence du sodium est évidente.

D. Au Sud maintenant, en amont du puits A, au puits D, à 80 mètres, paraît-il, sous le niveau de la mer, le forage actuel de la commune de Cureghem-Anderlecht (rue Paepsem) atteint directement, sous l'Éocène, le terrain primaire.

En juillet dernier, après avoir débarrassé son eau d'un léger trouble d'argile blanche, je lui trouvais un degré hydrotimétrique de 11° et j'obtenais par litre $0^{gr},572$ de résidu fixé fortement sodé et alcalin contenant $0^{gr},114$ de chlore.

E. Ce point d'observation porte sur l'eau d'un puits artésien privé, alimenté par la nappe de la partie inférieure du Landenien, par conséquent supérieure à la nappe crétacée. Ce puits n'atteint que 45 mètres sous le niveau de la mer. Le résidu salin neutre, qui n'y est que de $0^{gr},424$ au litre, est presque exclusivement dû à des sels calcaires avec seulement $0^{gr},0111$ de chlore à rattacher au magnésium. C'est à peine si l'on y décèle quelques traces spectrales de sodium. Son degré hydrotimétrique total est en effet élevé : il atteint 31°,5. Cette dureté s'abaisse à 9°,5 après ébullition.

F. F enfin est, comme E, un point d'observation à l'Est de A, qui, tout en touchant la surface supérieure du Crétacé, plus élevée ici, n'atteint que 36 mètres sous le niveau de la mer.

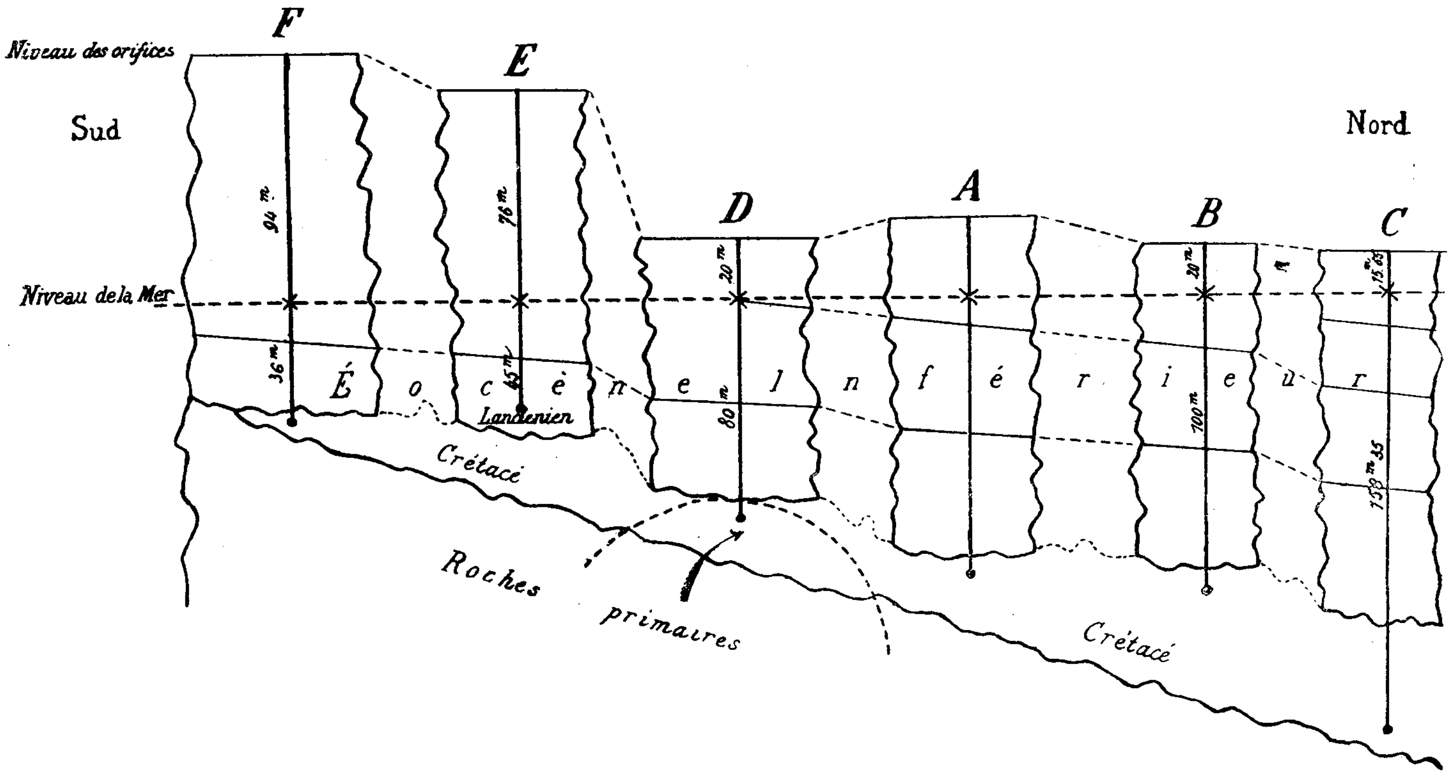
Le résidu salin est pour son eau de $0^{gr},470$, surtout formé de sels calcaires, ainsi que le confirme le degré hydrotimétrique total = 30°,4 ; la proportion du chlore est un peu plus faible que dans le cas précédent; mais, par contre, le chlore peut de nouveau se rapporter ici à une petite quantité de sodium.

J'omets la relation de résultats analogues aux cas B, C, D et F, qui m'ont été fournis par l'eau d'autres puits de la même zone.

Toutes mes analyses ont été faites alors que le débit des puits observés était normal. De plus, l'absence de nitrites, de nitrates ou de quantités d'ammoniaque qui pourraient faire supposer dans ces puits l'influence d'infiltrations superficielles, écarte complètement cette hypothèse.

L'exactitude de plusieurs de mes essais a été corroborée par les résultats relatifs à certaines de ces eaux que mon excellent maître, M. A. Joly, professeur à l'Université de Bruxelles, a obtenus dans des analyses auxquelles il s'était appliqué lui-même et dont il a bien voulu me communiquer les résultats.

Afin de mieux éclairer mes déductions, je crois utile, tout en négligeant leur orientation relative et les distances horizontales séparant les puits en question, de dresser un schéma (fig. 2) dans lequel tous ces


F
E
D
A
B
C
Sud
Nord
Niveau des orifices
Niveau de la Mer
94 m
36 m
76 m
65 m
20 m
80 m
20 m
100 m
15 m 65
158 m 35
Éocène Inférieur
Landenien
Crétacé
Roches primaires
Crétacé

puits ont été reportés dans un même plan aux profondeurs respectives qu'ils atteignent dans le profil général de la région, tel que celui-ci a été représenté par la figure 1.

Dans les recueils cités plus haut, il existe bien des coupes détaillées pour plusieurs de ces puits, mais, comme mon étude a principalement pour objet un point relatif à la composition de leur eau, et non pas la coordination des assises recoupées, je suis autorisé à dresser un pareil schéma, car de plus :

1° La circulation générale de la nappe aquifère intéressée a lieu dans la direction Sud-Nord parallèle au profil fig. 1 ;

2° Et, en somme, les puits A, B, C et F dépendent tous d'une même nappe aquifère siluro-crétacée qui circule ici au-dessus du Primaire dans cette même direction Sud-Nord.

Le puits E seul est alimenté par la nappe landenienne ; mais, comme nous l'avons remarqué à son propos, l'eau ne contenait ici que 0gr,0111 de chlore par litre, ainsi que des traces purement spectrales de sodium; cette nappe devient négligeable au point de vue des infiltrations possibles, car elle n'est point capable, vu sa composition, d'occasionner aux eaux plus profondes une surcharge en chlorure de sodium.

Conclusions. — I. Faisant même par la pensée abstraction des données stratigraphiques et hydrologiques générales de la région, mes observations écartent aussi *a priori* l'hypothèse d'une influence marine actuelle sur la teneur en chlorure de sodium des puits A, B, C, D et F, car s'il en était autrement, le puits C, en aval de tous les autres, accuserait une teneur en sel marin tout au moins aussi élevée que celle de A.

Cette conclusion confirme du reste l'opinion que l'on s'est faite jusqu'à présent sur l'origine du chlorure de sodium dans les eaux artésiennes de cette zone, c'est-à-dire que cette origine est étrangère à toute influence marine actuelle.

Il faut ensuite déduire de mes observations :

II. Que la cause de cette salure locale a son foyer principal en relation directe avec le puits A;

III. Que l'origine de cette salure ne réside point dans la craie blanche ni dans d'autres couches du Crétacé proprement dit, mais bien dans les sédiments fluviaux (gravier à limon rougeâtre, etc.) de la lisière du Crétacé, voire même dans la tête du Silurien, formant ainsi une nappe siluro-crétacée, préparatoire à celle du Crétacé proprement dit et chargée de chlorure de sodium, étant à certain endroit presque une saumure;

IV. Que cette saumure, quoique ayant actuellement trouvé un émonctoire dans le puits A, pénètre aussi quelque peu les roches voisines, surtout celles du même niveau, telles que les couches atteintes par les puits B et D, ou celles d'un niveau inférieur, telle que la craie blanche recoupée par C, qui se trouve du reste en aval de tous les autres puits examinés.

V. Que le sel gemme n'imprègne cependant pas uniformément les abords du Crétacé. Il se trouve vraisemblablement accumulé dans le gravier à limon rougeâtre fluvial, où il existe peut-être même en gîtes formés par des abandons dus à des infiltrations de mers anciennes;

VI. Quant à l'augmentation progressive de la quantité de chlorure de sodium dissous dans l'eau des puits A et B, elle s'expliquerait par la naissance de courants secondaires étrangers à la circulation générale de la nappe, mais sans doute provoqués par les forages successifs de nouveaux puits dans la même région.

Comme *enseignements généraux* à dégager de mes observations, il résulte :

a. Que, à l'encontre de ce qui est généralement reçu, les données fournies par la stratigraphie, le niveau, le débit, la température et une seule analyse chimique de l'eau d'un puits artésien, faite même alors que le débit de ce puits demeure constant, ne sont pas toujours suffisantes;

b. Qu'il est donc nécessaire, pour compléter ces données, de répéter, à des intervalles à convenir, les prises d'échantillons d'eau à analyser et de consigner soigneusement les résulsats de leurs analyses chimiques, surtout en cas d'aggravation ou de variabilité constatée dans leur composition.

On arriverait ainsi à reconstituer ce que l'on pourrait appeler le « régime chimique » du puits, et l'on mettrait les industriels et les particuliers à l'abri de mécomptes parfois à craindre quand le contrôle périodique des eaux artésiennes fait défaut;

c. Que, dans le cas de variation de la composition chimique des eaux artésiennes, il serait intéressant de grouper les « indications parallèles » recueillies pour les divers puits alimentés par une même nappe aquifère.

Cette coordination contribuerait sans aucun doute à fournir aux géologues, aux hydrologues et aux sondeurs des documents utiles à la connaissance de la circulation des eaux profondes.

Laboratoire de chimie analytique de l'Université de Bruxelles. Août 1897

LISTE GÉNÉRALE

Arrêtée au 1er Janvier 1901

DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

FONDÉE A BRUXELLES, LE 17 FÉVRIER 1887 (1)

Membre Protecteur.

M. EM. DE MOT, Bourgmestre de la Ville de Bruxelles.

Membres Honoraires.

1 * BARROIS, Ch., Professeur adjoint à la Faculté des sciences (Université de Lille), 37, rue Pascal, à Lille, et rue Chomel, 9, à Paris (VII).

2 BERTRAND, C.-Eg., Professeur de botanique à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 6, rue d'Alger, à Amiens.

3 BERTRAND, Marcel, Membre de l'Institut de France, Ingénieur en chef des mines, Professeur de géologie à l'École supérieure des Mines, 75, rue de Vaugirard, à Paris (VI).

4 BLEICHER, G., Professeur d'histoire naturelle à l'École supérieure de pharmacie, 9, cours Léopold, à Nancy (Meurthe-et-Moselle).

5 BONNEY, Rév. Thomas George, Professeur de géologie et de minéralogie à University College, 23, Denning Road, Hampstead. London N. W.

6 BRÖGGER, W. C., Professeur à l'Université de Christiania.

7 * CAPELLINI, Giovanni (le Commandeur), Professeur de géologie à l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

8 CHOFFAT, Paul, Attaché au Service géologique du Portugal, 113, rue do Arco a Jesus, à Lisbonne (Portugal).

(1) Les noms des **fondateurs** se trouvent, dans la liste ci-dessous, précédés d'un astérisque *. Les noms des *membres à vie* sont précédés de deux astérisques **.

9 CREDNER, Dr Hermann, Directeur du Service royal géologique de Saxe, Professeur à l'Université de Leipzig.

10 FOUQUÉ, F., Membre de l'Institut de France, Professeur au Collège de France, 23, rue Humboldt, à Paris (XIV).

11 GAUDRY, Albert, Membre de l'Institut de France, Professeur de paléontologie au Museum d'histoire naturelle, 7*bis*, rue des Saint-Pères, à Paris (VI).

12 * GEIKIE, Archibald, F. R. S.; ancien Directeur général des services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande; 28, Jermyn-Street, London S.W.

13 * GEIKIE, James, LL. D.; F. R. S., Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université d'Édimbourg, 31, Merchiston Avenue, Edinburgh.

14 * GOSSELET, Jules, Correspondant de l'Institut de France, Professeur de géologie à la Faculté des sciences (Université de Lille), 18, rue d'Antin, à Lille.

15 HEIM, Alb., Professeur à l'Université de Zurich, à Hottingen (Zurich).

16 HUGHES, Thomas, Mac Kenny, Professeur de géologie à l'Université de Cambridge, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Angleterre).

17 ISSEL, Arthur, Professeur à l'Université, 3, Via Giapollo, à Gênes.

18 * JONES, T. Rupert, F. R. S., 17, Parson's Green, Fulham, Londres S. W.

19 JUDD, J. W., Professeur de géologie au Collège royal des sciences, South Kensington, London S. W.

20 KARPINSKY, Alex. Petrow., Membre de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, Directeur du Comité géologique de Russie, Professeur à l'École des mines.

21 KOENEN (A. VON), Dr, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Göttingen (Allemagne).

22 LAPPARENT (Albert DE), Membre de l'Institut de France, Président de la *Société géologique de France,* Professeur de géologie et de minéralogie à l'École libre des Hautes études, 3, rue de Tilsitt, à Paris (VIII).

23 * LOEWINSON-LESSING, F., Professeur de géologie à l'Université de Jourieff (Dorpat), Russie.

24 MICHEL LÉVY, A., Membre de l'Institut de France, Directeur du service de la Carte géologique de France, 26, rue Spontini, à Paris (XVI).

25 MOJSISOVICS VON MOJSVAR, Edmund, Obergrath et Géologue en chef de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 22, Strohgasse, à Vienne.

26 NIKITIN, Serge, Géologue en chef du Comité géologique de Russie, Institut des mines, à Saint-Pétersbourg.

27 * POTIER, Alfred, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'École polytechnique, 89, boulevard Saint-Michel, à Paris (V).

28 * RENEVIER, Eugène, Professeur de géologie à l'Université de Lausanne, Haute-Combe, près Lausanne (Suisse).

29 RICHTHOFEN (Baron VON), Professeur de géographie à l'Université de Berlin, 117, Kurfürstenstrasse, à Berlin.

30 * RISLER, Eugène, Directeur honoraire de l'Institut national agronomique de France, 106*bis*, rue de Rennes, à Paris (VI).

31 * ROSENBUSCH, Dr H., Professeur de géologie à l'Université d'Heidelberg.

32 * ROUVILLE (A.-P. DE), Doyen et Professeur honoraire de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Montpellier (Hérault).

33 SACCO, Federico. Professeur de paléontologie à l'Université, Castello del Valentino, à Turin.

34 SUESS, Édouard, Professeur à l'Université de Vienne.

35 TRAQUAIR, R. H., M. D., LL. D., F. R., S., Conservateur des collections d'histoire naturelle au Musée des Sciences et des Arts, à Édimbourg (Écosse).

36 WHITAKER, Will. F. R. S., Président de la *Geologist's Association*. Freda, Campden Road, à Croydon.

37 WOODWARD, A. Smith, Conservateur au Département géologique du British Museum of Natural History, 4, Scarsdale Villas, Kensington W., à Londres.

38 ZIRKEL, Prof. Dr F., Professeur de géologie à l'Université de Leipzig, 15, Thalstrasse, à Leipzig.

39 * ZITTEL (Karl VON), Docteur en philosophie, Professeur à l'Université de Munich, Directeur du Musée royal de paléontologie, à Munich.

Membres Associés Étrangers.

1 ARCTOWSKI, H., Géologue, 2, rue du Jardin Botanique, à Liége.

2 BOULE, Marcelin, Docteur ès-sciences, Assistant de paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, 3, place Valhubert, à Paris (V).

3 * DOLLFUS, Gustave, ancien Président de la Société géologique de France, Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de France, 45, rue de Chabrol, à Paris (X).

4 * DUNIKOWSKI (Émile, Chevalier DE), Dr Phil., Privatdocent à l'Université de Lemberg (Galicie).

5 * FORESTI, Ludovico, Docteur en médecine, Aide-naturaliste de géologie et de paléontologie au Musée de l'Université de Bologne (Italie).

6 GOLLIEZ, A., Professeur de géologie à l'Université de Lausanne.

7 HARMER, D^r, Oakland House, Cringleford, près Norwich (Angleterre).

8 * KARRER, Félix, Kön. Ung. Rath. Attaché au Musée I. R. minéralogique de la Cour, Döblinger-Hauptstrasse, 80, XIX, à Vienne (Autriche).

9 LAMBERT, Jules, Paléontologiste, Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, à Troyes.

10 LANG, D^r ph. Otto, Im Moore, 9A, Hanovre (Allemagne).

11 LORIÉ, J., Docteur ès-sciences, Privatdocent à l'Université, 24, Janskerkhof, à Utrecht (Pays-Bas).

12 LOTTI, Bernardino, Docteur, Ingénieur au Corps des Mines, à Rome.

13 MARTEL, E.-A., Secrétaire général de la Société de Spéléologie, 8, rue Ménars, à Paris (II).

14 MAYER-EYMAR, Charles, D^r ès-sciences, Professeur de paléontologie à l'Université de Zurich (Suisse).

15 MEUNIER, Stanislas, Professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, à Paris (V).

16 MUNIER-CHALMAS, Professeur de géologie à la Sorbonne (Faculté des sciences de l'Université), 75, rue Notre-Dame-des-Champs, à Paris (VI).

17 PICARD, Karl, Membre de diverses Sociétés savantes, Nordhauserstrasse, 2, à Sondershausen (Allemagne).

18 POHLIG, Dr Hans, Professeur à l'Université de Bonn (Prusse).

19 STURTZ, B., Dr du Comptoir minéralogique et paléontologique de Bonn, 2, Riesstrasse, à Bonn.

20 TACCHINI, P., Directeur de l'Observatoire du Collège Romain, à Rome.

21 TAINE, Albert, Pharmacien de 1re classe, 82, rue de Passy, à Paris.

22 TEALL, J. J. H., Président de la *Société géologique de Londres*, 28 Jermyn Street, à Londres.

23 TIETZE, Em., Chef géologue au *KK. Geologische Reichsanstalt,* à Vienne.

24 TOUTKOWSKY, Paul, Conservateur du Cabinet minéralogique et géologique de l'Université de Kiew (Russie).

25 WEINSCHENK, Ernest, Professeur de pétrographie à l'Université de Munich.

Membres effectifs.

1° *Membres à perpétuité.*

1 Administration communale de la VILLE D'ANVERS. (*Délégué :* M. Royers.)

2 Administration communale de la VILLE DE BRUXELLES.

3 Administration communale de la VILLE DE VERVIERS. (*Délégué :* M. Sinet.)

4 Maison SOLVAY & Cie, Industriels, à Bruxelles.

5 Administration communale de la VILLE DE BINCHE.

6 Administration communale de la VILLE DE GAND.

7 Société anonyme des TRAVAUX D'EAU, à Anvers. (*Délégué :* M. Ad. Kemna.)

8 Administration communale de la VILLE D'OSTENDE. (*Délégué :* M. Verraert.)

9 Société des CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE, à Monceau-sur-Sambre. (*Délégué :* M. Vital Moreau.)

10 Société anonyme des CHARBONNAGES DE BASCOUP. (*Délégué :* M. Lucien Guinotte.)

11 Société anonyme des CHARBONNAGES DE HORNU ET WASMES, à Wasmes. (*Délégué :* M. Gédéon Deladrière.)

12 Société anonyme des CHARBONNAGES DE MARIEMONT. (*Délégué :* M. Raoul Warocqué.)

13 Société anonyme du CHARBONNAGE D'AVROY, à Sclessin-Ougrée (Liége). (*Délégué :* M. Bogaert, Hilaire, 201, quai de Fragnée, Liége.)

14 Compagnie des CHARBONNAGES BELGES, à Frameries. (*Délégué :* M. Isaac Isaac.)

15 Société anonyme des CHARBONNAGES UNIS DE L'OUEST DE MONS, à Boussu. (*Délégué :* M. Arthur Dupire.)

2° *Membres effectifs.*

16 ABRAMOFF, T.-J., Ingénieur des Mines, à Makeevka, par station de Kartzisk (Russie).

17 ALIMANESTIANO, Constantin, Ingénieur, Chef de service des Mines et Carrières, Strada Domnei, 27, à Bucarest.

18 ANDROUSSOFF, Professeur de géologie à l'Université de Jourieff (Dorpat).

19 ANNOOT, J.-B., Professeur honoraire à l'Athénée royal de Bruxelles, 78, rue Gallait, à Schaerbeek.

20 ARRAULT, Paulin-A., Ingénieur-Sondeur, 69, rue de Rochechouart, à Paris (IX).

21 AUBRY, Camille, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.

22 AXER, A.-H., Entrepreneur de puits artésiens, 485, chaussée de Jette, à Jette-Saint-Pierre lez-Bruxelles.

23 BAUCHAU, Carl, Ingénieur civil des mines, rue Saint-Joseph, à Anvers.

24 BAUWENS, Léonard, Receveur des contributions, 33, rue de la Vanne, à Bruxelles.

25 BAYET, Adrien, Propriétaire, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.

26 BAYET (le Bon Ernest), Paléontologiste, 58, rue Joseph II, à Bruxelles.

27 BAYET, Louis, Ingénieur, à Walcourt (province de Namur).

28 BERGERON, Jules, ancien Président de la Société géologique de France, Professeur de géologie à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, à Paris (VIII).

29 BERNAYS, Ed., Avocat, 33, avenue Van Eyck, à Anvers.

30 BERNUS, Louis, Propriétaire, 116, boulevard Audent, à Charleroi.

31 BESMES, Victor, Inspecteur voyer, 32-34, rue Jourdan, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

32 BLANKENBERGHE (Administration communale de la ville de).

33 BOCKSTAEL, Émile, Bourgmestre de la commune de Laeken, conseiller provincial, 274, avenue de la Reine, à Laeken.

34 BOHY, Benoît, Régent de l'École moyenne, à Wavre.

35 BOTTI, Ulderigo, à Reggio-Calabria (Italie).

36 BOULANGÉ (l'Abbé), Hydrologue, Château de Cruyshautem (Flandre orientale).

37 BOUHY, Victor, Docteur en droit, 58, rue d'Archis, à Liége.

38 BOURGOIGNIE, Léonce, Ingénieur principal des ponts et chaussées, 7, rue de Bruxelles, à Termonde.

39 BRICHAUX, A., Chimiste à la Société Solvay, 202, rue de la Victoire, à Bruxelles.

40 BROUHON, L., Ingénieur des eaux de la ville de Liége, Hôtel de Ville, Liége.

41 BURROWS, Henry William, Architecte, 17, Victoria Street, Westminster, London S. W.

42 CAMPION, Maurice, Ingénieur, à Vilvorde.

43 * CAREZ, Léon, Docteur ès sciences, Président de la *Société géologique de France*. 18, rue Hamelin, à Paris (XVI).

44 CARTON, Léonard, Ingénieur-constructeur, 3, Vieux Marché au Beurre, à Tournai.

45 * CAUDERLIER, Émile, Industriel, 10, rue Crayer, à Bruxelles.

46 * CAUDERLIER, Gustave, Ingénieur, Industriel, 221, chaussée de Vleurgat, à Bruxelles.

47 CAYEUX, L., Docteur en sciences, 2, rue Léopold Robert, à Paris.

48 CHEVAL, V., Docteur, 32, rue du Trône, Ixelles lez-Bruxelles.

49 COBBAERT, G., 82, rue Longue, à Ostende.

50 COBBAERT, Louis, Industriel, à Ninove.

51 COGELS, P., Géologue, au Château de Boeckenberg, à Deurne (Anvers).

52 COMBAZ, Paul, Professeur à l'Académie des Beaux-Arts, 10, rue de la Banque, à Bruxelles.

53 CORDEWEENER, Jules, Ingénieur, Banque nationale, à Ath.

54 CORNET, J., Dr ès sciences, Professeur de géologie à l'École des Mines de Mons, 86, boulevard Dolez, à Mons.

55 COSSOUX, Léon, Ingénieur civil, ex-Ingénieur du Gouvernement russe au Caucase, 34, rue de Bériot, à Saint-Josse-ten-Noode.

56 COSYN, Ch., Commis technique aux chemins de fer, 6, rue Van der Borght, à Koeckelberg lez-Bruxelles.

57 * CUMONT, Georges, Avocat près la Cour d'appel, 19, rue de l'Aqueduc, à Ixelles.

58 CUVELIER, Eugène, Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles.

59 CUYLITS, Jean, Docteur en médecine, 44, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

60 DAIMERIES, A., Professeur à l'Université libre, 4, rue Royale, à Bruxelles.

61 DAPSENS, Directeur-Propriétaire de carrières, à Ivoir lez-Dinant.

62 * DAUTZENBERG, Phil., Paléontologiste, 213, rue de l'Université, à Paris (VII).

63 DE BAUVE, Ingénieur en chef des ponts et chaussées du département de l'Oise, à Beauvais (France).

64 DE BROUWERE, Michel, Ingénieur assistant au Service géologique de Belgique, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

65 DE BUSSCHERE, A., Conseiller à la Cour d'appel, 82, rue Mercelis, à Ixelles.

66 DE CORT, Hugo, Secrétaire général de la Société royale malacologique, 37, rue Veydt, à Ixelles.

67 DE GRAEF, Joseph, Négociant, 21, rue Oudenkoven, à Borgerhout lez-Anvers.

68 DEJARDIN, L., Directeur des Mines, 186, rue du Trône, à Ixelles.

69 DELHEID, Ed., Paléontologiste, 63, rue Veydt, à Ixelles-Bruxelles.

70 * DELECOURT-WINCQZ, Jules, Ingénieur-Conseil de la Compagnie Internationale de recherches de mines et d'entreprises de sondage, 16, rue de la Pépinière, à Bruxelles.

71 DE NAEYER, Industriel, à Willebroeck (Brabant).

72 DE RAECK, Léon, Ingénieur civil des mines, 245, avenue d'Auderghem, à Bruxelles.

73 DEROOVER, G., Capitaine commandant du Génie, à Niel lez-Boom.

74 DE SCHRYVER, Ferdinand, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 29, rue du Prince Royal, à Ixelles.

75 DETHY, Théophile, Ingénieur des ponts et chaussées, 48, rue du Pepin, à Namur

76 DE VISSCHER, J., Ingénieur agricole, 31, rue de la Sablonnière, à Bruxelles.

77 DEVREUX, E., Architecte, Échevin des Travaux publics, 25, rue du Pont-Neuf, à Charleroi.

78 DEWILDE, Prosper, Professeur de chimie à l'Université, 343, avenue Louise, à Bruxelles.

79 D'HONDT, F., Directeur du Laboratoire agricole et industriel, à Courtrai.

80 DIDION, J., Constructeur d'appareils de sondages, 32, rue de Joncker, à Saint-Gilles-Bruxelles.

81 DOLLO, Louis, Ingénieur civil, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Bruxelles.

82 DORLODOT (Abbé Henry DE), Professeur à l'Université catholique, 44, rue de Bériot, à Louvain.

83 * DOTREMONT, Victor, Sondeur, à Hougaerde, près Tirlemont.

84 DOUVILLÉ, Henri, Ingénieur en chef des mines, Professeur de Paléontologie à l'École des mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris (VII).

85 DUBOIS, Eugène, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université d'Amsterdam, Conservateur au Musée Tenler de Haarlem, 45, Zylweg, à Haarlem.

86 DUFRANE, Al., Directeur général de la Compagnie austro-belge de pétrole, à Stryj (Galicie).

87 ** DUPONT, Édouard, Directeur du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 31, rue Vautier, à Bruxelles.

88 * DURAFFOUR, Ferdinand, Entrepreneur de sondages, à Tournai.

89 DUTERTRE, Émile, Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), France.

90 ENGERRAND, 47, chaussée de Waterloo, à Vleurgat.

91 ERENS, Alphonse, Docteur en sciences naturelles, Villa Strabbeek, à Houthem, près Fauquemont (Limbourg hollandais).

92 * FALK, Henry, Libraire-éditeur, 15-17, rue du Parchemin, à Bruxelles.

93 * FÉLIX, J., Docteur en médecine, 397, avenue Louise, à Bruxelles.

94 * FENDIUS, Émile, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Liége.

95 FICHEFET, E., Entrepreneur, Membre de la Chambre des Représentants, 2, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

96 FISCH, A., 70, rue de la Madeleine, à Bruxelles.

97 FLAMACHE, A., Ingénieur, 16, square Guttenberg, à Bruxelles.

98 FOURNIER, dom Grégoire, Professeur à l'Abbaye de Maredsous, à Maredre-Sosoye (Namur).

99 * FRANÇOIS, Christophe, Ingénieur, 122, avenue de la Couronne, à Ixelles-Bruxelles.

100 * FRIEDRICHS, H., 4, rue de Naples, à Ixelles-Bruxelles.

101 * FRIREN, Auguste, Professeur au Petit-Séminaire, à Montigny lez-Metz (Alsace-Lorraine).

102 FRITSCH, Dr Ant., Professeur à l'Université de Prague, 66, Wenzelplatz, à Prague.

103 GALASSE, Jules, Constructeur, 42, rue Birmingham, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.

104 GERARD, L., Ingénieur, ancien Professeur à l'Université, à Oisquercq (Brabant).

105 * GHESQUIÈRE, Paul, Officier d'État-major en retraite, 33, chaussée de La Hulpe, à Boitsfort.

106 GHILAIN, Philibert, Ingénieur en chef, Directeur de service aux chemins de fer de l'État, 38, rue Vander Schrick, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

107 ** GIBBS, William, B., Membre de diverses Sociétés savantes, Thornton, Beulah Hill, Upper Norwood, à Londres.

108 GILBERT, Théod., A.-F., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.

109 GILLET, Lieutenant du Génie, ancien Répétiteur à l'École militaire, 136, rue Stéphanie, à Laeken.

110 GILSON, G., Professeur à l'Université catholique, 95, rue de Namur, à Louvain.

111 GOBLET D'ALVIELLA (comte Eugène), Propriétaire, au château de Court-Saint-Étienne, et 10, rue Faider, à Bruxelles.

112 GODY, Professeur à l'École militaire, 85, rue du Viaduc, à Ixelles lez-Bruxelles.

113 GOLDSCHMIDT, Paul, Ingénieur, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.

114 GOLDSCHMIDT, Robert, Docteur en sciences, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.

115 ** GOTTSCHE, Karl, Docteur en philosophie, Conservateur au Musée d'histoire naturelle, à Hambourg.

116 ** GREINER, Ad., Directeur général de la Société Cockerill, à Seraing.

117 GROSSOUVRE (DE), A., Ingénieur en chef des mines, à Bourges (France).

118 GUCHEZ, F., Inspecteur des explosifs, 96, rue de Cologne, à Schaerbeek.

119 * HABETS, Alfred, Ingénieur, Professeur à l'Université de Liége, 3, rue Paul Devaux, à Liége.

120 HABETS, P., Directeur-gérant de charbonnage, 17, Avenue Blonden, à Liége.

121 HAINAUT, Edgard, Ingénieur des ponts et chaussées, 45, chaussée de Lille, à Tournai.

122 HANNON, Ed., Ingénieur, rue de la Concorde, 43, à Ixelles-Bruxelles.

123 HANKAR-URBAN, Albert, Ingénieur, 15, rue Montoyer, à Bruxelles.

124 HANREZ, Prosper, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

125 HANS, J., Ingénieur civil, 119, rue du Commerce, à Bruxelles.

126 HARDENPONT, L., Sénateur, rue du Mont-de-Piété, à Mons.

127 HARZÉ, Ém., Directeur général des Mines, 213, rue de la Loi, à Bruxelles.

128 HAVERLAND, Eug., ardoisières de Linglay, par Cugnon.

129 HEMRICOURT DE GRUNNE (Eugène de), château d'Ophem, par Wesembeek (Brabant).

130 HENRICOT, Émile, Industriel, ancien Représentant, à Court-Saint-Étienne.

131 HENROZ, Camille, Directeur des manufactures de glaces, à Jambes (Namur).

132 HERMAN, Directeur de l'Institut bactériologique provincial, 13, rue des Sars, à Mons.

133 HERMANS, Jean-Baptiste, Ingénieur en chef, Chef de service aux voies et travaux, Avenue des Voyageurs, 36, à Arlon.

134 HEUSEUX, L., Ingénieur, Directeur-gérant des charbonnages de Courcelles Nord, à Courcelles.

135 HEYMANS, Léon, Géomètre-Juré, Conducteur de travaux, à Rebecq-Rognon.

136 HOLZAPFEL, Dr Édouard, Professeur à l'École technique supérieure, 3, Stephanstrasse, à Aix-la-Chapelle.

137 HOUBA, L , Secrétaire communal de la Résidence de Laeken, 159, rue Thielemans, à Laeken.

138 ** HOUZEAU DE LEHAIE, Auguste, Sénateur, à Mons. (Ermitage.)

139 * IDIERS, Fernand, Industriel, à Auderghem.

140 IMBEAUX, Directeur du Service municipal, 9*bis*, rue du Montet, à Nancy.

141 ISBECQUE, Alfred, Ingénieur principal des chemins de fer de l'État, à Tournai.

142 JACOBS, Fernand, Président de la Société d'Astronomie, rue des Chevaliers, 21, à Bruxelles.

143 * JACQUES, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la *Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

144 JANET, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, à Beauvais (France).

145 JANET, Léon, Ingénieur au Corps des Mines, 87, boulevard Saint-Michel, à Paris (V).

146 JANSON, Paul, Avocat, Membre de la Chambre des Représentants, 73, rue De Facqz, Bruxelles.

147 JÉROME, Alex., Professeur à l'Athénée, 69, rue Saint-Jean, à Arlon.

148 JOHNSTON-LAVIS, H.-J., Professeur agrégé de l'Université royale de Naples, à Beaulieu (Alpes-Maritimes, France).

149 JOTTRAND, Gustave, Avocat, ancien Représentant, 39, rue de la Régence, à Bruxelles.

150 KAISIN, Félix, Docteur en sciences naturelles, chargé de cours à l'Université de Louvain.

151 KEMNA, Ad., Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau, 6, rue Montebello, à Anvers.

152 KERCKHOVE (DE), Oswald, ancien Représentant, 5, rue Digue-de-Brabant, à Gand.

153 KERSTEN, Joseph, Ingénieur à la Société générale, 32, rue Neufchatel, Saint-Gilles lez-Bruxelles.

154 KESTENS, Lieutenant adjoint d'État-Major, 216, chaussée de Wavre, à Ixelles.

155 KLEMENT, C., Dr Phil., Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 32, rue Froissard, à Bruxelles (Etterbeek).

156 * KOCH, Dr Phil., Géologue du Service royal géologique de Prusse, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.

157 * KOKEN, Ernest, Dr Phil., Professeur de géologie à l'Université de Tübingen.

158 KOTSOWSKY, N., Ingénieur-Professeur à l'Institut des Mines, Saint-Pétersbourg.

159 KRANTZ, Fritz, Dr Phil., Propriétaire du Comptoir minéralogique rhénan, 36, Herwarthstrasse, à Bonn-s/Rhin.

160 KRUSEMAN, Henri, Ingénieur, rue Africaine, 24, Bruxelles.

161 * KUBORN, Hyacinthe, D. M., membre titulaire de l'Académie royale de médecine, Professeur d'hygiène à l'École normale, Président de la *Société de médecine publique*, 33, rue de Colard, à Seraing.

162 LAGRANGE, Eug., Professeur à l'École militaire, 60, rue des Champs-Élysées, Ixelles.

163 LAHAYE, Charles, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 23, rue Léon Castilhon, à Arlon.

164 LAMBERT, Guillaume, Ingénieur, 42, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.

165 LAMBERT, Paul, Propriétaire, 11, place de la Liberté, à Bruxelles.

166 LAMBIOTTE, Directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages réunis de Roton-Farciennes, etc., à Tamines.

167 LANCASTER, Albert, Membre de l'Académie royale des sciences, Directeur du Service météorologique à l'Observatoire royal, 297, avenue Brugman, à Uccle.

168 LARMOYEUX, Ernest, Ingénieur principal des Mines, 30, boulevard Dolez, à Mons.

169 LATINIS, Léon, Ingénieur-expert, à Seneffe.

170 LAUR, Francis, Ingénieur civil des mines, 26, rue Brunel, à Paris.

171 LECHIEN, Adolphe, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 32, rue du Grand-Chien, à Anvers.

172 LE CLÉMENT DE SAINT-MARC, Capitaine du Génie, 43, rue de la Petite-Ourse, Anvers.

173 LEGRAND, Ingénieur de Mines, 96, Grand'Rue, à Charleroi.

174 LEJEUNE DE SCHIERVEL, Ingénieur, 23, rue du Luxembourg, à Bruxelles.

175 ** LE MARCHAND, Augustin, Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, à Petit-Quévilly (Seine-Inférieure), France.

176 * LEMONNIER, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.

177 LENTZ, Docteur en médecine, Directeur de l'Asile des aliénés de l'État belge, à Tournai.

178 LIMBURG-STIRUM (Cte Ad. DE), Membre de la Chambre des Représentants, 23, rue du Commerce, à Bruxelles.

179 LIPPMANN, Édouard, Ingénieur civil, Entrepreneur de puits artésiens et sondages, 36, rue de Chabrol, à Paris (X).

180 LOË (le Bon Alfred DE), Secrétaire général de la *Société d'archéologie de Bruxelles*, 11, rue de Londres, à Ixelles.

181 L'OLIVIER, H., 20, rue des Quatre-Vents, à Molenbeek-Saint-Jean.

182 * LONQUÉTY, Maurice, Ingénieur civil des mines, 17, rue Saint-Jean, à Boulogne-sur-Mer.

183 LUCAS, Walthère, Chimiste, 54, rue Berckmans, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

184 MABILLE, Valère, Industriel, à Mariemont.

185 MACPHERSON, Joseph, Géologue, 4, Calle de Exposicion, Bario de Monasterio, à Madrid.

186 MARGERIE (Emmanuel DE), Géologue et Géographe, ancien Président de la *Société géologique de France*, 132, rue de Grenelle, à Paris (VII).

187 MAROQUIN, A., Ingénieur, 22, avenue Rogier, à Schaerbeek.

188 MASSAU, Junius, Ingénieur principal des ponts et chaussées, Professeur à l'Université, 22, rue Marnix, à Gand.

189 MASSON, Ch., Directeur du Laboratoire d'analyses de l'État belge, à Gembloux.

190 MATHIEU, Émile, Lieutenant du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 25, rue Van den Broeck, Bruxelles.

191 MESENS, Ed., Sénateur, 79, rue des Rentiers, à Etterbeek lez-Bruxelles.

192 MESSENS, Ingénieur des Mines de la Vieille-Montagne, à Baelen-Wezel (Anvers).

193 MESTREIT, Gabriel, Ingénieur honoraire des mines, 114, rue de la Gare, à Saint-Denis (France).

194 MEUNIER, Em., Négociant en charbon, à Crépy-en-Valois (France).

195 MICHELET, Georges, Lieutenant du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 437, chaussée de Waterloo, à Ixelles lez-Bruxelles.

196 MIEG, Mathieu, Rentier, 48, avenue de Modenheim, à Mulhouse (Alsace).

197 MILLS, Albert, 30, rue du Pépin, à Bruxelles.

198 MOENS, Jean, F.-J., à Lede, près d'Alost.

199 MOLENGRAAF, Dr G.-A.-F., Géologue de l'État de la République Sud-Africaine du Transvaal, à Bussum (Hollande).

200 MONNOYER, Léon, Président de la Chambre syndicale des matériaux de construction, 262, avenue Louise, à Bruxelles.

201 MONNOYER, Marcel, Entrepreneur de travaux publics, 44, rue Vilain XIIII, à Bruxelles.

202 MONNOYER, Nestor, Entrepreneur, 31, rue du Chapitre, à Anderlecht.

203 MONTAG, Émile, Employé de commerce, 42, Croxteeth Road, Lefton Park, à Liverpool (Angleterre).

204 ** MONTEFIORE LEVI, Sénateur, au Rond-Chêne, par Esneux.

205 MONTHAYE, Capitaine d'état-major, Professeur à l'École de guerre, 38, rue de la Tourelle, à Bruxelles.

206 * MOULAN, C.-T., Ingénieur, 266, avenue de la Reine, à Laeken.

207 MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des sciences, Directeur du Service géologique de Belgique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

208 * MUNCK (Émile DE), Artiste peintre, membre de diverses sociétés savantes, Villa de Val-Marie, à Saventhem.

209 NAVEZ, L., Homme de lettres, 162, chaussée de Haecht, à Bruxelles.

210 NICKLÈS, René, Professeur à la Faculté des sciences, 29, rue des Tiercelins, à Nancy.

211 NICOLIS, Enrico (Chevalier), Corte Quaranto, à Vérone.

212 ** NOETLING, Fritz, Docteur en philosophie, Paléontologiste du Service géologique des Indes anglaises, *Geological Survey Office,* à Calcutta.

213 NOWÉ, J.-B., Brasseur, Échevin de la commune de Vilvorde, 8, rue du Curé, à Vilvorde.

214 OEBBEKE, C., Professeur au Laboratoire minéralogique et géologique de l'École technique des Hautes-Études, à Munich.

215 OPPENHEIM, P., Docteur en philosophie, Kantstrasse, 158[1], Charlottenburg, près Berlin.

216 * PASSELECQ, Albert, Ingénieur, Directeur du Charbonnage du Midi de Mons, 54, rue du Hautbois, à Mons.

217 PAQUET, Gérard-Th., Capitaine retraité, 92, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

218 PAULIN-BRASSEUR, Industriel, à Couillet (Hainaut).

219 PAVLOV, A.-B., Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Moscou (Russie).

220 PENY, Éd., Ingénieur, Secrétaire général des Charbonnages de Mariemont et Bascoup, à Morlanwelz

221 * PERGENS, Édouard, Docteur en médecine, 10, avenue Marnix, à Bruxelles.

222 * PETERMANN, Arthur, Docteur ès-sciences, Directeur de la Station agronomique de l'État belge, à Gembloux.

223 PIERET, Victor, Ingénieur en chef provincial du Brabant, 19, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.

224 PIERPONT (Édouard DE), au château de Rivière, à Profondeville-s/Meuse.

225 * PIERRE, Gustave, Industriel, 31, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

226 * PIRET, Adolphe, Directeur du Comptoir belge de géologie et de minéralogie, Palais Saint-Jacques, à Tournai.

227 PITTOORS, J., Major du Génie, 80, chaussée de Malines, à Anvers.

228 PLUMAT, Polycarpe, Directeur-Gérant du Grand-Buisson, à Hornu.

229 POIRY, Célestin, Maître de carrières, 225, avenue Louise, à Bruxelles.

230 POLIS, P., Directeur de la Station météorologique centrale, 29, Alphonestrasse, à Aix-la-Chapelle.

231 PORTIS, Alessandro, Professeur de géologie et paléontologie à l'Université de Rome; Musée géologique de l'Université, à Rome.

232 POSKIN, Dr Achille, 8, rue Léopold, à Spa.

233 POURBAIX-LEDUNE, Hydrologue, rue des Marcottes, 13, à Mons.

234 PRINZ, Wilhelm, Assistant à l'Observatoire royal de Belgique, Professeur de géologie à l'Université de Bruxelles, 5, avenue du Haut-Pont, à Bruxelles.

235 PROOST, A., Directeur général de l'Agriculture, 16, rue Anoul, à Ixelles (*hiver* , et à Céroux-Mousty, par Ottignies (*été*).

236 * PUTTEMANS, Charles, Professeur de chimie à l'École industrielle, 9, rue Van Bemmel, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.

237 PUTZEYS, E., Ingénieur en chef des travaux de la Ville, 8, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.

238 PUYDT (Paul DE), Ingénieur, 100, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

239 RABOZÉE, H., Capitaine du Génie, 18, rue du Conseil, à Ixelles.

340 RAEYMAECKERS, Désiré, Médecin militaire, rue de la Chapelle, à Tirlemont.

241 RAMOND, G., Assistant de géologie au Muséum d'histoire naturelle (Paris), 18, rue Louis-Philippe, à Neuilly-sur-Seine.

242 ** REID, Clément, F.-G.-S., Attaché au Service géologique de la Grande-Bretagne, 26, Jermyn-Street, London S. W.

243 * RENARD, Alphonse, LL. D., Membre de l'Académie royale des sciences de Belgique, Professeur à l'Université de Gand, 14, avenue Ernestine, à Bruxelles.

244 ROBERT, Paul, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 265, avenue Louise, à Bruxelles.

245 ROELOFS, Paul, Industriel, 3, rue des Tanneurs, à Anvers.

246 ** ROERSCH, L., Ingénieur-Directeur de mines et charbonnages de la Nouvelle-Montagne, 108, rue Souveraine, à Bruxelles.

247 ROLLAND, Émile, Industriel, 39, rue André-Masquelier, à Mons.

248 ROSÉE, (Frédéric DE), Château de Moulins par Yvoir.

249 ** RUTOT, Aimé, Ingénieur honoraire des Mines, Géologue, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.

250 SCHACK DE BROCKDORF, Frédéric, G., Consul général de S. M. le Roi de Danemark, à Anvers.

251 SCHMITZ, le R. P. Gaspar, S.-J., Directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges,* à Louvain. (Adresse : Musée Houiller, Louvain.)

252 SCHMITZ, Th., Ingénieur civil des Mines, 58, rue Saint-Joseph, à Anvers.

253 SCHROEDER VAN DER KOLK, J.-L.-C., Docteur en médecine, Professeur de minéralogie et de géologie, Polytechnische School, à Delft (Hollande).

254 ** SELYS LONGCHAMPS (Walter DE), Docteur en droit, Sénateur, à Halloy (Ciney).

255 * SEMET-SOLVAY, Louis, Ingénieur, 217, chaussée de Vleurgat, à Ixelles lez-Bruxelles.

256 * SEMPER, J.-Otto, au Musée d'histoire naturelle de Hambourg.

257 SENZEILLES (Baron DE), au Château-Fontaine, par Anthée, province de Namur.

258 SEULEN, F., Architecte principal à l'Administration des chemins de fer de l'État belge, 76, rue Belliard, à Bruxelles.

259 SEVEREYNS, G., Industriel, 177, rue des Palais, à Bruxelles.

260 SIMOENS, G., Docteur ès-sciences minérales, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

261 SLAGHMUYLDER, Charles, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, 67, rue Saint-Bernard, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

262 SMETS, G. (l'Abbé), Inspecteur diocésain, 26, rue Fabry, à Liége.

263 ** SOCIÉTÉ ANONYME DE MARCINELLE ET COUILLET (Charbonnage de Marcinelle-Nord), à Marcinelle (Charleroi). Directeur-gérant, M. Nestor EVRARD (délégué).

264 ** SOCIÉTÉ ANONYME DES CHARBONNAGES, HAUTS FOURNEAUX ET USINES DE STRÉPY-BRAQUEGNIES, Directeur-gérant, M. Amour SOTTIAUX (délégué), à Strépy-Braquegnies.

265 SOLVAY, Ernest, Industriel, rue des Champs-Élysées, 45, à Ixelles lez-Bruxelles.

266 SOMZÉE, L. (DE), Ingénieur, 22, rue des Palais, à Schaerbeek.

267 * SONVEAUX, Nestor-Vincent, Ingénieur, Géomètre-expert, 6, Grand'Rue, à Charleroi.

268 SPYERS, A., Docteur en médecine, 84, rue Bréderode, à Anvers.

269 SQUILBIN, Henri, Ingénieur, 8, avenue des Arts, à Anvers.

270 STAINIER, X., Membre de la Commission géologique de Belgique, Professeur à l'Institut agricole, à Gembloux.

271 STEFANESCU, Gregoriù, Professeur de géologie à l'Université, Directeur du Bureau géologique, 8, Strada Verde, à Bucarest.

272 STEVENSON, J.-J., Professeur à l'Université de New-York, University Heights, à New-York-City.

273 TEDESCO, E., Lieutenant-Colonel, Chef d'État-major de la position de Liége, 17, rue Hullos, à Liége.

274 TEMPELS, P., Auditeur général de la Cour militaire, en retraite, 2, avenue Louise, à Bruxelles (*hiver*), 2, rue Vossegat, à Uccle (*été*).

275 TERLINDEN, Sénateur, 271, rue Royale, à Bruxelles.

276 THOMAES, Oscar, Industriel, rue au Vin, à Renaix.

277 TIHON, F., Docteur en médecine, à Theux (province de Liége).

278 TIMMERHANS, L., Inspecteur général au Corps des mines, 13, rue Nysten, à Liége.

279 TOURNAI (Administration communale de la Ville de).

280 TOUSSAINT, G., Sous-Lieutenant à l'École d'application, à Quenast.

281 UHLENBROEK, G.-D., Ingénieur, 60, rue du Pot-d'Or, à Liége.

282 URBAN, Ad., Directeur de la Compagnie des Carrières de Quenast, 17, place de l'Industrie, à Bruxelles.

283 URSEL (Comte Charles D'), Ministre plénipotentiaire et Envoyé extraordinaire de S. M. le Roi des Belges, château de Cruythuysse, à Oostcamp.

284 VAES, Henri, Ingénieur, Assistant au service géologique de Belgique, 1, rue du Prince-Royal, à Ixelles.

285 VAN BELLINGEN, Constant, Ingénieur, 70, rue Montoyer, à Bruxelles.

286 VAN BOGAERT, Clément, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 88, rue Wilson, à Bruxelles.

287 VAN CALCKER, Dr F. J. P., Professeur à l'Université de Groningue (Pays-Bas).

288 VAN DAM, Ed., à Profondeville (Namur).

289 ** VAN DEN BROECK, Ernest, Géologue, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, Vice-Président de la *Société géologique de France,* 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.

290 VANDENPERRE, Directeur-gérant des Brasseries Artois, à Louvain.

291 VAN DEN STEEN DE JEHAY, Comte F., château de Bassinnes, par Havelange.

292 VAN DER BRUGGEN, Louis, Paléontologiste, Membre de diverses Sociétés savantes, 109, rue Belliard, à Bruxelles.

293 VANDERKINDERE, Léon, Professeur à l'Université libre de Bruxelles, 51, avenue des Fleurs, à Uccle.

294 VAN DER SCHUEREN, Pierre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 9, rue du Jardin, à Ostende.

295 VAN DE WEYER, L., Inspecteur de l'Industrie et du Travail, 66, rue de Ribeaucourt, à Bruxelles.

296 VAN DE WIELE, Dr C., 27, boulevard Militaire, à Ixelles.

297 VAN ERTBORN (le Baron O.), drève du Duc, à Boitsfort.

298 VAN GEERT, Prosper, rue de Schaerbeek, 76, à Bruxelles.

399 VAN HOEGAERDEN, Paul, Conseiller provincial, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

300 VAN MEENEN, Avocat, 51, rue de Bordeaux, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

301 VAN MEURS, Ingénieur en chef des travaux de la Ville de Mons, rue des Groseillers, à Mons.

302 VAN MIERLO, J.-C., Ingénieur à la Compagnie internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens, 37, rue Saint-Pétersbourg, à Ostende.

303 VAN OVERLOOP, Eugène, Conservateur en chef des Musées d'art industriel et décoratif, 79, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

304 * VAN SCHERPENZEEL-THIM, Jules, Ingénieur en chef, Directeur général honoraire des mines, 34, rue Nysten, à Liége.

305 VAN YSENDYCK, Paul, Ingénieur, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

306 * VÉLAIN, Charles, Professeur de géographie physique à la Sorbonne, 9, rue Thénard, à Paris (V).

307 * VERSTRAETEN, Théodore, Directeur général de la Compagnie générale pour l'éclairage et le chauffage au gaz, 28, rue Marie-de-Bourgogne, à Bruxelles.

308 WATTEYNE, V., Ingénieur principal des mines, 146, avenue de la Couronne, à Ixelles.

309 WAUTERS, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles.

310 WICHMANN, Arthur, Dr Phil., Professeur à l'Université d'Utrecht (Hollande).

311 WIELEMANS-CEUPPENS, Industriel, 308, avenue Van Volxem, à Forest lez-Bruxelles.

312 WILLEMS, J., Capitaine-commandant du Génie, 87, rue du Moulin, à Saint-Josse-ten-Noode, lez-Bruxelles.

313 WIRTGEN, P.-J., Major en retraite, 7, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

314 * WITTOUCK, Paul, Industriel, 21, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

315 * ZLATARSKI, Georges, Géologue, à Sofia (Bulgarie).

Membres Associés regnicoles.

1 AUGHUET, Charles, Chef de bureau à la Cie d'assurances *La Hambourgeoise*, 43 B, rue du Trône, à Bruxelles.

2 AVANZO, Stephano, 4, place d'Armes, à Gand.

3 BASTIN, Ch., Ingénieur aux chemins de fer de l'État, à Bruxelles (Midi).

4 BENNERT, Victor, 29, rue Jourdan, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

5 BOMMER, Ch., Attaché au Jardin botanique de l'État, 17, rue des Petits-Carmes, à Bruxelles.

6 BOSMANS, Jules, 3, place du Champ-de-Mars, à Ixelles lez-Bruxelles.

7 BOULENGIER, O., Docteur en médecine, 104, rue de la Croix-de-Fer, à Bruxelles.

8 BOURGEOIS, L., Comptable au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 10, rue de Tongres, à Etterbeek lez-Bruxelles.

9 BRUNEEL, Frédéric, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, Gare du Nord, à Bruxelles.

10 CHAZAL (le Baron Félix), Sous-lieutenant au 2e régiment des Guides, 4, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.

11 COOMANS, L., Propriétaire, 3, rue des Brigittines, à Bruxelles

12 CRESPIN, Adolphe, Artiste peintre, 34, rue de l'Artichaut, à Saint-Josse-ten-Noode.

13 DANIEL, F., Ingénieur, 1, rue de la Prévôté, à Bruxelles.

14 DAUPHIN, G., Chef de bureau au Ministère des chemins de fer, etc., 44, rue Vonck, à Schaerbeek.

15 DEBLON, A., Chef de service à la Compagnie intercommunale des eaux, 7, rue de la Ruche, à Bruxelles.

16 DE BULLEMONT, Emm., 39, rue de l'Arbre-Bénit, à Bruxelles.

17 DELSAUTE, Horace, 325, chaussée de Waterloo, à Vleurgat.

18 DELVILLE, Édouard, Chimiste, rue de Monnel, à Tournai.

19 DE PAUW, Conservateur des collections de l'Université libre de Bruxelles, 74, chaussée de Saint-Pierre, à Etterbeek lez-Bruxelles.

20 DEVAIVRE, Lucien, Attaché à la Direction du Service géologique, 102, rue Philomène, à Schaerbeek.

21 DU FIEF, J., Professeur honoraire de géographie à l'Athénée royal de Bruxelles, Secrétaire général de la *Société royale belge de géographie de Bruxelles*, 116, rue de la Limite, à Saint-Josse-ten Noode.

22 DUFOURNY, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 29, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

23 DUMORTIER, Valère, Architecte provincial en chef du Brabant, 104, avenue Ducpétiaux, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

24 FIÉVEZ, Trésorier de la Société belge d'Astronomie, 58, rue du Progrès, à Bruxelles.

25 GILBERT, F., ancien Directeur-gérant de charbonnage, 116, avenue Louise, à Bruxelles.

26 GOBERT, Auguste, Ingénieur, 222, chaussée de Charleroi, à Saint-Gilles.

27 GOFFINET, Th., Conducteur provincial des travaux, Commissaire voyer, à Braine-l'Alleud.

28 GOOSSENS, Ch., Chef de division à l'Administration des mines, 38, avenue de la Couronne, à Bruxelles.

29 GRANGE, Camille, Chef de section aux chemins de fer de l'État, 17, rue de l'Esplanade, à Bruxelles.

30 HANREZ, Georges, Étudiant, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

31 HARDY, Président de l'Association houillère du Couchant de Mons, à Quaregnon.

32 HAUWAERT, M., Architecte, rue des Moulins, à Vilvorde.

33 HEGENSCHEID, Alfred, Instituteur à l'école moyenne B de Bruxelles, 30, rue Gauthier, à Molenbeek-Saint-Jean.

34 HOUZEAU, Jean, Industriel, à Saint-Symphorien, près Mons.

35 ISABEAU, Valéry, Étudiant à l'Université libre, 20, rue du Prince-Royal, à Ixelles.

36 JACQUES fils, Étudiant, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

37 JONCKHEERE, Éd., 21, rue du Marécage, à Bruges.

38 LAMBIN, Ingénieur des ponts et chaussées, 31, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

39 LANDOY, Jules, 184, avenue de Tervueren, à Woluwe-Saint-Pierre.

40 LARA (Alfred DE), Ingénieur civil, 59, rue de Ten-Bosch, à Bruxelles.

41 LEBRUN, Docteur, 31, rue Vautier, à Ixelles-Bruxelles.

42 LUCION, René, Docteur ès-sciences, 76, rue Maes, à Ixelles.

43 MALVAUX, Alfred, Héliographe, 69, rue de Launoy, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.

44 MAUKELS, Architecte, 5, rue Ortélius, à Bruxelles.

45 NAVEZ, A., Chef de Section à l'Administration des chemins de fer, rue Linnée, 48, à Bruxelles.

46 NOULET, Édouard, Industriel, à Bracquegnies (Hainaut).

47 PATAR, Docteur, 7, Mont-du-Moulin, Verviers.

48 PETERS, Inspecteur provincial, 21, rue Geraets, à Hasselt.

49 PETIT, Julien, Peintre-décorateur, 15, rue de Berlin, à Ixelles lez-Bruxelles.

50 RAHIR, Edmond, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.

51 RYCX, Jules, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 148, chaussée de Charleroi, à Bruxelles (*hiver*), et Deeweg, à Uccle (*été*).

52 THÉODOR, L., Avocat, ancien Membre de la Chambre des Représentants, 118, rue du Commerce, à Bruxelles.

53 VAN DE GHINSTE, Lieutenant-colonel du Génie en retraite, 12, rue de Linthout, à Schaerbeek-Bruxelles.

54 VAN DEN BOGAERDE, H., Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 132, rue de la Loi, à Bruxelles.

55 VANDEVELD, Émile, Architecte, Conducteur des travaux de la ville d'Ostende, 67, rue Albert, à Ostende.

56 VAN DRUNEN, James, Ingénieur, 9, rue des Champs-Élysées, à Ixelles lez-Bruxelles.

57 VAN GELDER, Eugène, Artiste-peintre et Homme de lettres, 94, rue Fraikin, à Bruxelles.

58 VAN HOVE, D., Docteur en sciences minérales, rue des Carmes, 1, à Bruges, et au Laboratoire de minéralogie de l'Université de Gand.

59 VAN HUMBEEK, Architecte, 18, rue de Naples, à Ixelles lez-Bruxelles.

60 VAN LINT, Victor-J., Ingénieur civil, Inspecteur des Eaux de la ville de Bruxelles, 73, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

61 VAN YSENDYCK, Maurice, Architecte, attaché à la Commission royale des monuments, 58, rue de la Source, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

62 VAN YSENDYCK, Jules, Architecte, Membre de la Commission royale des monuments, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

63 WALIN, Ingénieur, quai Mativa, 30, à Liége.

64 WEENS, Ingénieur en chef, Directeur de service des chemins de fer de l'État belge, 18, rue d'Hastedon, à Namur.

65 WEYERS, J., 35, rue Joseph II, à Bruxelles.

Membres décédés en 1900.

H.	GEINITZ, H., à Dresde.
H.	HAUCHECORNE, à Berlin.
E.	BLANCHART, C., à Bruxelles.
E.	BLONDIAUX, A., à Bruxelles.
E.	DE KEYSER, J., à Renaix.
E.	DORMAL, V., à Chimay.
E.	HANKAR, P., à Bruxelles.
E.	PINEUR, O., à Bruxelles.
E.	SELYS LONGCHAMPS, baron Edm. DE, à Liége.
E.	STORMS, R., à Bruxelles.
A.	SCHWEISTHAL, R., à Bruxelles.

RÉCAPITULATION AU 1er JANVIER 1901.

Membre protecteur		1
Membres honoraires		39
Membres associés étrangers		25
Membres payants : 380	effectifs	315
	associés regnicoles	65
		445

COMPOSITION DU COMITÉ PERMANENT D'ÉTUDE

DES

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BELGES

CONSTITUÉ

sous les auspices et parmi les membres

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Président :

WILLEMS, J., Vice-Président de la *Société belge de Géologie*, Capitaine-commandant du Génie, 87, rue du Moulin, à Bruxelles.

Secrétaires :

GILLET, Lieutenant du Génie, ancien Répétiteur à l'École Militaire, 136, rue Stéphanie, à Laeken.

RABOZEE, H., Capitaine du Génie, Répétiteur à l'École Militaire, 18, rue du Conseil, à Ixelles (Bruxelles).

VAN BOGAERT, Cl., Ingénieur principal des Chemins de fer de l'État, 88, rue Wilson, à Bruxelles.

VAN YZENDYCK, Paul, Ingénieur, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles (Bruxelles).

Membres :

BAYET, L., Ingénieur, Membre de la Commission géologique de Belgique, à Walcourt (province de Namur).

CUVELIER, E., Capitaine-commandant du Génie; Professeur à l'École militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles (Bruxelles).

Nota. — Les membres de la Société qui désirent prendre part aux réunions et aux travaux du *Comité des Matériaux* sont priés d'en informer le Bureau, qui leur fera envoyer les documents et convocations nécessaires.

DE SCHRYVER, F., Ingénieur en chef Directeur des ponts et chaussées, rue du Prince-Royal, 29, à Bruxelles.

DOLLO, L., Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, à Bruxelles.

GOBERT, A., Ingénieur-Expert, chaussée de Charleroi, 222, à Saint-Gilles (Bruxelles).

GOSSELET, J., Correspondant de l'Institut de France, ancien Président de la *Société belge de géologie,* Professeur de géologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille.

HANS, J., Ingénieur civil, rue du Commerce, 119, à Bruxelles.

JOTTRAND, G., Avocat, ancien Représentant, rue de la Régence, 39, à Bruxelles.

LECHIEN, Ad., Ingénieur en chef des Chemins de fer de l'État belge, à Anvers.

LUCION, R., Docteur en sciences, Chimiste, rue Maes, 76, à Ixelles.

MONNOYER, L., Entrepreneur, avenue Louise, 262, à Bruxelles.

MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des sciences, Vice-Président de la *Société belge de géologie,* Directeur du *Service géologique de Belgique,* 2, rue Latérale, à Bruxelles.

RENARD, Membre de l'Académie royale des sciences, Vice-Président de la *Société belge de géologie,* Professeur à l'Université de Gand, avenue Ernestine, 14, à Bruxelles.

ROELOFS, P., Industriel, rue des Tanneurs, à Anvers.

RUTOT, A., Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, Président de la *Société belge de géologie,* Membre du Comité de direction de la Carte géologique de Belgique; rue de la Loi, 177, à Bruxelles.

STAINIER, X., Membre de la Commission géologique, Professeur à l'Institut agronomique de l'État, à Gembloux.

VAN DEN BROECK, E., Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, Secrétaire général de la *Société belge de géologie,* Membre du Conseil de direction de la Carte géologique de Belgique, Vice-Président de la *Société géologique de France;* place de l'Industrie, 39, à Bruxelles.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SECTION PERMANENTE D'ÉTUDES DU GRISOU

Président de la Section et de son Comité de Patronage.

M. Aug. BEERNAERT, Ministre d'État, Membre de la Chambre des Représentants.

Membres du Comité de Patronage.

GREINER, Ad., Directeur général de la Société Cockerill, à Seraing.

MONTEFIORE-LEVI, Sénateur, Château de Rond-Chêne, par Esneux.

SOLVAY, E., Industriel, à Bruxelles.

URBAN, Ad., Directeur général de la Compagnie des Carrières de Quenast, à Bruxelles.

Membres correspondants (1).

ABRAMOFF, T.-J., Ingénieur des Mines, à Makeevka, par station de Kartzisk (Russie).

ALIMANESTIANO, Const., Ingénieur en chef des Mines, Strada Domnei, à Bucarest.

BERGERON, Ingénieur civil, Professeur à l'École des Mines, 157, boulevard Haussmann, à Paris. (VIII.)

CAPELLINI (le Commandeur), Professeur de géologie à l'Université, Via Zamboni, à Bologne (Italie).

CAYEUX, Lucien, Préparateur à l'École des Mines, 2, rue Léopold Robert, à Paris.

DUFRANE-DEMANET, Directeur général de la Compagnie Austro-Belge de Pétrole, à Stryj (Galicie).

(1) Membres de la Société belge de Géologie, habitant l'étranger et ayant adhéré à la Section permanente d'étude du grisou.

FOUQUÉ, F., Membre de l'Institut de France, Professeur au Collège de France, à Paris. (XIV.)

GEIKIE, Archibald, ancien Directeur général du Service géologique de Grande-Bretagne et d'Irlande, à Londres.

GOSSELET, Jules, Correspondant de l'Institut de France, Doyen de la Faculté des sciences de Lille.

GROSSOUVRE (A. DE), Ingénieur en chef des Mines, à Bourges.

HUGHES, Th., Mc Kenny, Professeur à l'Université de Cambridge (Angleterre).

ISSEL, Arthur, Professeur de géologie à l'Université de Gênes.

JANET, Léon, Ingénieur des Mines, 87, boulevard Saint-Michel, à Paris. (V.)

KARPINSKY, A.-P., Directeur du Comité géologique, Professeur à l'École des Mines, à Saint-Pétersbourg.

KOTSOWSKY, N., Ingénieur des Mines, Professeur à l'Institut des Mines, à Saint-Pétersbourg.

LANG, O., Ingénieur, Im Moore, 9A, à Hanovre (Allemagne).

LAUR, Fr., Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, à Paris.

LONQUÉTY, Maurice, Ingénieur, à Boulogne-sur-Mer (France).

MEUNIER, Em., Négociant en charbons, Crépy en Valois (France).

MOJSISOVICS VON MOJSVAR, Edm., Géologue en chef de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 26, Strohgasse, à Vienne.

NICKLÈS, René, Professeur à la Faculté des sciences, 29, rue des Tiercelins, à Nancy.

POLIS, P., Directeur de la Station météorologique centrale, 29, Alphonetrasse, à Aix-la-Chapelle.

RENEVIER, E., Professeur de géologie à l'Université de Lausanne.

ROSENBUSCH, H., Professeur de géologie à l'Université d'Heidelberg.

Membres Associés étrangers (1).

ATKINSON, W.-N., Inspecteur des Mines, Barlaston, Stoke-on-Trent.

BEHRENS, Inspecteur des Mines, Directeur général de la Société d'Hibernia, à Herne.

BERGERAT, Ingénieur des Mines, à Lens (Pas-de-Calais).

BRETON, Ludovic, Ingénieur, 18, rue Royale, à Calais.

CANU, 10, avenue de l'Aube, à Saint-Maurice (Seine).

CHESNEAU, Gust., Ingénieur en chef des Mines, Secrétaire de la Commission française du grisou, 18, rue des Pyramides, à Paris.

FISCHER, Directeur général des Mines royales de Saxe, à Freiberg.

GRAND'EURY, F.-C., Ingénieur des Mines, 7, rue de Paris, à Saint-Étienne (Loire).

GUERRE, Paul, Ingénieur des Mines, à Nœulx (France, Nord).

KETTE, Ingénieur des Mines, à Essen.

(1) Titre réservé aux personnes ayant adhéré à la Section d'étude du grisou, mais ne faisant pas partie de la Société belge de Géologie.

LAGUESSE, Professeur de sciences à l'École supérieure, à Hambourdin (France).
MEYER, Adolphe, Chimiste, 43, rue Jeanne-d'Arc, à Lille.
ORIEUL DE LA PORTE, Ingénieur des Mines, à Nœulx-les-Mines (Pas-de-Calais).
TREUFFEL, J., Industriel. Administrateur de Mines, à Douai.
ZENGER, Directeur de l'Observatoire de Prague.

Comité technique (1)

de la Section permanente d'étude du grisou.

BAYET, Louis, Ingénieur, à Walcourt (province de Namur).
CORNET, J., Professeur de géologie à l'École des Mines de Mons, 86, boulevard Dolez, à Mons.
CUVELIER, Eugène, Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire, 43, rue Keyenveld, à Ixelles.
DANIEL, F., Ingénieur, 1, rue de la Prévôté, à Bruxelles.
DEJARDIN, L., Directeur des Mines, 186, rue du Trône, à Ixelles.
FLAMACHE, Armand, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, chargé de cours à l'Université de Gand, 16, square Gutenberg, à Bruxelles.
GERARD, L., Ingénieur, ancien Professeur à l'Université, à Oisquercq.
GILBERT, Théod. A.-F., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.
GILBERT, Fr., ancien Directeur de charbonnage, 116, avenue Louise, à Bruxelles.
GODY, Professeur à l'École militaire, 85, rue du Viaduc, à Ixelles.
GUCHEZ, F., Inspecteur des explosifs, 96, rue de Cologne, à Schaerbeek.
HABETS, Alfred, Ingénieur, Professeur à l'Université de Liége, 3, rue Paul Devaux, à Liége.
HABETS, Paul, Directeur gérant de charbonnage, 17, Avenue Blonden, à Liége.
HARZÉ, Ém., Directeur général des Mines, 213, rue de la Loi, à Bruxelles.
HOUZEAU DE LEHAIE, Auguste, Sénateur, à Mons (Ermitage).
* JACQUES, Lieutenant; répétiteur de physique à l'École militaire, 152, avenue de la Couronne, à Ixelles.
JACOBS, Fernand, Président de la Société belge d'astronomie, 21, rue des Chevaliers, à Bruxelles.
KESTENS, Lieutenant adjoint d'État-Major, 216, chaussée de Wavre, à Ixelles.
KERSTEN, J., Ingénieur à la Société générale, 32, rue de Neufchatel, à Saint-Gilles.
KLEMENT, C., Dr Phil., Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 32, rue Froissard, à Bruxelles.

(1) Dans les listes qui suivent, les noms des adhérents à la Section qui ne font pas partie de la Société belge de Géologie sont indiqués par l'adjonction d'un astérisque (*)

LAGRANGE, Eug., Professeur à l'École militaire, 60, rue des Champs-Élysées, à Ixelles.

* LAGRANGE, Ch., Professeur à l'École militaire, 42, rue Sans-Souci, à Ixelles.

LANCASTER, Albert, Directeur du Service météorologique à l'Observatoire royal, 297, avenue Brugman, à Uccle.

LAMBIOTTE, Directeur-gérant de la Société anonyme des charbonnages réunis de Roton-Farciennes, à Tamines.

LARMOYEUX, Ernest, Ingénieur des Mines, 30, boulevard Dolez, à Mons.

MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des sciences, Directeur du Service géologique de Belgique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

* NOEL (DE), Ingénieur des Mines, 56, rue Américaine, à Bruxelles.

RABOZÉE, H., Capitaine du génie, 18, rue du Conseil, à Ixelles.

RENARD, Alphonse, Professeur à l'Université de Gand, 14, avenue Ernestine, à Bruxelles.

ROERSCH, Léon, Ingénieur, Directeur des Mines et Charbonnages de la Nouvelle-Montagne, 108, rue Souveraine, à Bruxelles.

RUTOT, Aimé, Ingénieur honoraire des Mines, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.

SCHMITZ (le R. P. Gaspar), S. J., Directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges,* à Louvain. (Adresse : Musée Houiller, 11, rue des Récollets, Louvain.)

SOMZÉE (L. DE), ancien Membre de la Chambre des Représentants, 22, rue des Palais, à Schaerbeek.

STAINIER, X., Membre de la Commission géologique de Belgique, Professeur à l'Institut agricole, à Gembloux.

TIMMERHANS, L., Inspecteur général au Corps des mines, 13, rue Nysten, à Liége.

VAN DEN BROECK, Ernest, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.

WATTEYNE, V., Ingenieur principal des Mines, 146, avenue de la Couronne, à Ixelles.

WILLEMS, J., Capitaine-commandant du Génie, 87, rue du Moulin, à Bruxelles.

Sociétés de Charbonnages inscrites à la Société belge de Géologie en qualité de Membres à perpétuité, ou à vie (les 2 dernières).

Société des CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE, à Monceau-sur-Sambre. (*Délégué :* M. Vital Moreau, Directeur-gérant.)

Société anonyme des CHARBONNAGES DE BASCOUP. (*Délégué :* M. Lucien Guinotte, Directeur-Administrateur.)

Société anonyme des CHARBONNAGES DE HORNU ET WASMES, à Wasmes. (*Délégué :* M. Gédéon Deladrière, Régisseur.)

Société anonyme des CHARBONNAGES DE MARIEMONT. (*Délégué :* M. Raoul Warocqué, Administrateur délégué.)

Société anonyme du CHARBONNAGE D'AVROY, à Sclessin-Ougrée (Liége). (*Délégué :* M. Bogaert, Hilaire, 201, Quai de Fragnée, Liége.)

Compagnie des CHARBONNAGES BELGES, à Frameries. (*Délégué :* M. Isaac Isaac, Directeur-gérant.)

Société anonyme des CHARBONNAGES UNIS DE L'OUEST DE MONS, à Boussu. (*Délégué :* M. Arthur Dupire.)

Société anonyme de MARCINELLE COUILLET, à Marcinelle (Charleroi). (*Délégué :* M. Nestor Évrard, Directeur-gérant.)

Société anonyme des CHARBONNAGES, HAUTS FOURNEAUX ET USINES DE STRÉPY-BRAQUEGNIES, à Strépy-Braquegnies. (*Délégué :* M. Amand Sottiaux, Directeur-gérant.)

Liste des Membres de la Société,

inscrits comme adhérents à la Section, en vue d'assister à ses séances et réunions et d'en recevoir séparément les publications.

BAUWENS, Léonard, Receveur des contributions, 33, rue de la Vanne, à Bruxelles.

COSSOUX, Léon, Ingénieur civil, ex-Ingénieur du Gouvernement russe au Caucase, 34, rue de Bériot, à Saint-Josse-ten-Noode.

* DAMRY, Albert, Vérificateur en chef des poids et mesures, 3, place du Nouveau-Marché-aux-Grains, à Bruxelles.

DE BUSSCHERE, A., Conseiller à la Cour d'appel, 82, rue Mercelis, à Ixelles.

DE NAEYER, Industriel, à Willebroeck (Brabant).

DE SCHRYVER, Ferdinand, Ingénieur en chef Directeur des ponts et chaussées, 29, rue du Prince-Royal, à Ixelles.

* DWELSHAUVERS-DERY, V., Professeur à l'Université, 5, Quai Marcellis, à Liége.

FÉLIX, J., Docteur en médecine, 397, avenue Louise, à Bruxelles.

FIÉVEZ, Charles, Trésorier de la Société belge d'astronomie, 58, rue du Progrès, à Schaerbeek.

GILBERT, Théod., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.

GILLET, Lieutenant du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 136, rue Stéphanie, à Laeken.

GOLDSCHMIDT, Robert, Docteur en sciences, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.

HANKAR-URBAN, Albert, 15, rue Montoyer, à Bruxelles.

HANS, J., Ingénieur civil, 119, rue du Commerce, à Bruxelles.

HEUSEUX, L., Ingénieur, Directeur-gérant des charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.

JACQUES, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la *Société d'Anthropologie de Bruxelles,* 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

KEMNA, Ad., Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau, 6, rue Montebello, à Anvers.

LAMBERT, Guillaume, Ingénieur, 42, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.

LAMBIN, Ingénieur des ponts et chaussées, 31, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

LATINIS, Léon, Ingénieur-expert, à Seneffe.

LEMONNIER, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.

* **LE PAIGE**, Directeur de l'Observatoire de Cointe, près de Liége.

MABILLE, Valère, Industriel, à Mariemont.

MAROQUIN, A., Ingénieur, 22, avenue Rogier, à Schaerbeek.

PAQUET, Gérard-Th., Capitaine retraité, 92, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

PASSELECQ, Albert, Ingénieur, Directeur du charbonnage du Midi de Mons, 54, rue du Hautbois, à Mons.

PATAR (Dr), 7, Mont-du-Moulin, à Verviers.

PIÉRET, Victor, Ingénieur en chef provincial du Brabant, 19, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.

PIERPONT (Édouard DE), au château de Rivière, par Profondeville-s/Meuse.

POSKIN, Achille (Dr), 8 rue Léopold, à Spa.

PUTTEMANS, Charles, Professeur de chimie à l'École industrielle, 9, rue Van Bemmel, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles

SQUILBIN, Henri, Ingénieur, 8, avenue des Arts, à Anvers.

VAN BELLINGEN, Constant, Ingénieur, 70, rue Montoyer, à Bruxelles.

* **WALRAVENS**, Henri, Assistant météorologiste à l'Observatoire, à Uccle.

WAUTERS, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles.

WEYERS, J., 35, rue Joseph II, à Bruxelles.

WIRTGEN, P.-J., Major en retraite, 7, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles (Bruxelles).

ABONNÉS

AU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES)

---

1 Administration des BATIMENTS CIVILS, à Bruxelles.

2 Service général des CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, à Bruxelles.

3 INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE, à La Cambre.

4 ÉCOLE DE GUERRE, à La Cambre.

5 SERVICE D'HYGIÈNE, à Bruxelles.

6 INSPECTION DU GÉNIE, à Bruxelles.

7 RÉGIMENT DU GÉNIE, à Anvers.

8 ÉCOLE NORMALE, de Bruxelles.

9 SOCIÉTÉ ANONYME DES PHOSPHATES, de la Malogne.

10 THE LAW SCHOOL OF HARWARD UNIVERSITY, à Cambridge.

11 M. DELVAUX, Capitaine, Membre de la Commission géologique, à Uccle.

12 M. MALAISE, Membre de l'Académie royale de Belgique, à Gembloux.

13 M. BÉRANGER, Libraire, à Liége (2 abonnements).

14 BIBLIOGRAPHIE DE BELGIQUE, à Bruxelles.

15 M. DIETRICH, Libraire, à Bruxelles.

16 M. DULAU, Libraire, à Londres (3 abonnements).

17 M. FALK, Libraire, à Bruxelles (2 abonnements).

18 M. HOSTE, Libraire, à Gand.

19 M. Max WEG, Libraire, à Leipzig.

(23 abonnements.)

LISTE DES PUBLICATIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(SECRÉTARIAT : 39, PLACE DE L'INDUSTRIE, A BRUXELLES)

1° BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE.
(Mémoires et Procès-verbaux réunis.)

Première série :

Tomes I (1887) à X (1896), représentant ensemble 3460 pages de *Mémoires*, accompagnés de 112 planches; 3 131 pages de *Procès-verbaux* des séances et 744 pages de *Traductions, Reproductions;* Tables, etc.; soit ensemble 7335 pages.

Prix de vente et d'abonnement : **20 francs** le volume.
Prix pour les membres : **10 francs**.

Nota. — Une TABLE DÉCENNALE des matières (1887-1896) est en préparation.

Deuxième série :

Tomes XI (1897) à XV (1901), tous cinq en cours de publication.

ONT PARU :

Tome XI (1897) : fascicules I (*août 1897*), II-III (*février 1898*), IV (*février 1901*).
Reste à paraître : fascicule V terminal (*sous presse*).

Tome XII (1898) : fascicules I (*janvier 1899*) et II (*février 1900*).
Restent à paraître : fascicules III et IV.

Tome XIII (1899) : fascicule I (*mars 1900*).
Restent à paraître : fascicules II (*sous presse*), III et IV.

Tome XIV (1900) : fascicule I (*mars 1900*), II (*juillet 1900*), III (*août 1900*), IV (*décembre 1900*).
Reste à paraître : fascicule V (*sous presse*).

Tome XV (1901) : fascicule I (*février 1901*).

2° PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES (tirés séparément à un chiffre très limité).

ONT PARU : **Tomes I (1887) à X (1896)** de la première série.
Restent à paraître : les tomes XI (1897) à XIV (1899) (1897 et 1900 *sous presse*).

Prix de vente et d'abonnement : **10 francs** le volume.
Prix pour les membres : **5 francs**.

3° PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE LA SECTION PERMANENTE D'ÉTUDES DU GRISOU, de la Société belge de Géologie.

ONT PARU : **Tome I** de la série spéciale (année 1898). Un volume de 171 pages de Procès-verbaux, accompagné de deux *Mémoires* (de MM. *Harzé* et *Van den Broeck*) formant ensemble 56 pages. — Prix : **5 francs.** (S'adresser au *Secrétariat.*)

Fascicule II. (Procès-verbal de la séance du 31 juillet 1900.) Prix : 0 fr. 50.

4° LA PLUIE EN BELGIQUE. — Un volume de 224 pages grand in-8°, avec une planche, et accompagné de la

CARTE PLUVIOMÉTRIQUE DE LA BELGIQUE

A L'ÉCHELLE DU 400 000e

PAR

A. Lancaster

Directeur du Service météorologique de l'Observatoire royal d'Uccle.

(Données statistiques fournies par 282 stations. Observations faites depuis le siècle dernier jusqu'au 31 décembre 1892.)

Prix de l'ouvrage complet : **9 francs.** — Pour les membres : **4 francs.**

Prix du volume : **5 francs.** — Prix de la carte en couleurs : **5 francs**; de la carte en bistre : **1 franc.** **Réduction** de 40 °/o en librairie.

Pour les membres Prix du volume : **fr. 2.50**; de la carte en couleurs : **fr. 2.50**; de la carte en bistre : **30 centimes.**

Nota. — Des *conditions spéciales* sont faites aux administrations publiques et aux libraires pour toute commande dépassant cinq exemplaires.

5° CARTE GÉNÉRALE DE LA PARTIE MÉRIDIONALE DE LA MER DU NORD, dressée d'après les sondages les plus récents, par C.-J. VAN MIERLO, ingénieur hydrographe de l'État belge, assisté par M. *Ém. Spysschaert*, second de l'Hydrographie.

Document publié en 1897 par la *Société belge de géologie*. Édité chez *H. Lamertin*, libraire-éditeur, rue du Marché-au-Bois, à Bruxelles.

Prix de vente : **4 francs.** — Pour les membres de la Société : **2 francs.**

6° CARTE LITHOLOGIQUE DES FONDS DE LA MER DU NORD AVOISINANT LA CÔTE BELGE, par M. C.-J. VAN MIERLO, assisté par M. *Ém. Spysschaert.*

Fascicule 47 pages de texte et tableaux, accompagnant la carte.

Prix de vente : 4 francs. — Pour les membres de la Société : 2 francs.

LISTE

DES

AUTEURS D'OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

REÇUS EN DON

PAR LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PENDANT L'ANNÉE 1901

DONS D'AUTEURS

(La pagination se rapporte aux Procès-Verbaux fournissant les titres.)

Agamennone, G., pp. 547, 582, 687.
Arctowski, H., pp. 175, 653.
Becke, Friedrich, pp. 418, 688.
Bleicher, G., p. 6.
Boulenger, G.-A., p. 360.
Branner, John-C., pp. 417, 547.
Brooks, Alfred-H., p. 586.
Bullen, Ash., p. 224.
Buttgenbach, H., p. 585.
Cancani, A., p. 60.
Carnera, Luigi, p. 651.
Casse, A., p. 652.
Chabal, M., p. 416.
Choffat, Paul, pp. 175, 360, 547, 549, 585, 688.
Cleenenwerck, p. 418.
Credner, Hermann, pp. 6, 416.
Cuvelier, E., pp. 548, 653.
Dall, William-Healey, p. 547.
Debacker, p. 418.
De Brouwer, Michel, p. 586.
de Borlodot, H., pp. 61, 586.
De Launay, L., p. 60.
Delebecque, A., p. 688.
Delgado, J.-F.-N., pp. 585, 688.
De Montessus de Ballore, pp. 175, 324.
De Wildeman, E., pp. 584, 651.
Dollfus, G.-F., pp. 416, 653, 687.
Dollo, Louis, p. 360.
Dormal, V., p. 587.
Doudou, Ernest, p. 360.
Duclaux, p. 416.
Du Fief, J., p. 61.
Dufour, Henri, p. 688.
Flamache, A., p. 61.

Frank, C., p. 586.
Gaillot, p. 583.
Gaudry, Albert, p. 585.
Gevaert, E., p. 360.
Gilbert, Charles-H., p. 547.
Glangeaud, Ph., p. 175.
Gomes, J.-P., pp. 585, 688.
Gosselet, J., pp. 6, 417, 418, 587.
Guebhard, Adr., pp. 6, 687.
Günther, Siegmund, p. 585.
Habets, Paul, p. 653.
Harmer, F.-W., pp. 6, 582.
Helm, Albert, p. 224.
Hoernes, R., p. 419.
Jones, T.-Rupert, pp. 224, 585.
Kemna, Ad., pp. 586, 653.
Klement, C., pp. 61, 175.
Knett, J., p. 418.
Koch, Anton, p. 6.
Kunz, G.-F., p. 686.
Lagrange, E., pp. 175, 324, 416, 651, 654.
Lancaster, A., pp. 546, 547.
Lancry, p. 418.
Lapparent (de), A., pp. 175, 360.
Laska, W., p. 418.
Laube, p. 359.
Launay, F., p. 582.
Laurent, L., p. 687.
Le Couppey de la Forest, Max, p. 652.
Lejeune de Schiervel, Ch., p. 586.
Lemaire, Ch., pp. 360, 417, 546, 583.
Levat, David, p. 549.
Lorié, J., p. 587.
Losseau, L., p. 175.
Lotti, B., pp. 416, 548, 653.
Malaise, C., p. 60.
Manouvrier, L., p. 651.
Marboutin, Félix, pp. 175, 359, 654.
Matthew, G.-F., p. 60.
Mazelle, Eduard, pp. 418, 586.
Meli, R., p. 687.
Meunier, Fernand, p. 6.
Meunier, Stanislas, p. 653.
Mieg, Mathieu, pp. 360, 651.
Ministère de l'Agriculture, pp. 175, 684.
Mojsisovics Ed.-V., pp. 418, 582, 687.
Monod, Henri, p. 6.
Moses, A.-J., p. 686.
Moulan, C.-T., p. 361.
Mourlon, M., pp. 547, 582, 586, 653, 687.
Nägele, E., p. 6.
Newson, John-F., p. 417.
Noë, Franz, p. 419.
Nolet, P., p. 688.
Nordenskjöld, Otto, p. 60.
Nys, Ferdinand, p. 417.
Omboni, G., p. 651.
Petit, P., pp. 324, 360.
Pittman, Edward, p. 582.
Rabot, Charles, p. 548.
Rahir, Ed., pp. 61, 360.
Ranke, Johannes, p. 60.
Reade, T.-Mellard, p. 687.
Renard, A., pp. 175, 587, 653.
Renevier, E., p. 60.
Richardson, Harriet, pp. 546, 547.
Richthofen (von), Ferd., p. 582.
Rosset, J., p. 175.
Rudzki, P., p. 416.
Rutot, A., pp. 61, 175, 361, 419, 587, 652.
Sacco, F., pp. 175, 416.
Schrader, p. 586.
Schwab, P.-Franz, pp. 419, 584.
Seidl, Ferdinand, p. 419.
Simoens, G., p. 548.
Spring, W., p. 546.

Stefano (de), G., p. 582.
Storms, R., p. 654.
Suess, F.-Ed., p. 224.
T.-R.-J., p. 224.
Toubeau, J., p. 652.
Toula, Franz, p. 224.
Uhlig, V., p. 584.
Van Bogaert, A., p. 61.
Van den Broeck, E., pp. 175, 361, 419, 548, 586, 651, 652, 688.
van Ertborn, O., pp. 360, 587, 651, 653.
Vanhove, D., p. 361.
Vannerus, J., p. 583.
Van Ysendyck, P., p. 61.
Verney, p. 653.
Verstraeten, T., p. 175.
Weinschenk, Ernst, pp. 684, 685, 686, 688.
Whitaker, W., pp. 6, 582, 651.
Wichmann, A., p. 175.
Woldrich, J.-N., p. 419.
Zittel (von), Karl-A., p. 688.

LISTE

DES

ACADÉMIES, INSTITUTS, SOCIÉTÉS SAVANTES, MUSÉES, REVUES, JOURNAUX, ETC.

EN RELATIONS D'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS

AVEC LA

Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

AU 31 DÉCEMBRE 1901

(L'astérisque indique les institutions dont les publications ont été reçues pendant l'année 1901 et le numéro initial est celui de l'inscription à la Bibliothèque.)

AMÉRIQUE.

1328 **Albany.** State Geologist (*Report*).
2823* — Society of Natural Science (*Bulletin*).
Baltimore. John Hopkins University.
1734* — *American Chemical Journal.*
1735 — *Circulars.*
2662* — Maryland geological Survey (*Volume*).
3004 — Maryland Weather Service (*Volume*).
2243 **Buenos-Aires.** Museo Nacional de Buenos-Aires (*Anales*).
Cambridge (Mass.). Museum of Comparative Zoology (Harvard College).
2109* — *Bulletin.*
2109b — *Mémoires.*
3311* **Chicago.** The Journal of Geology. (Abonnement.)
2097 **Davenport.** Academy of Natural Science (*Proceedings*).
2825 **Des Moines.** Iowa geological Survey (*Ann. Rep.*).
523* **Halifax.** Nova Scotia Institut of Natural Science (*Proc. and Trans.*).
2207 **Indianapolis.** Department of Geology and Natural Resources (*Annual Report*).
2481* — Indiana Academy of Science (*Proceedings*).

1407* **Rolla.** Geological Survey of Missouri (*Report*).
1162*b** **Lancaster.** New York Academy of Sciences (*Annals*).
Lawrence. University geological Survey of Kansas.
2688 — *Annual Bulletin.*
2688*b* — *Volume.*
2258* — Kansas University (*Quarterly*).
1736 **Lima.** Sociedad Geografica (*Boletin*).
2824* **Madison.** Wisconsin Academy of Science, Arts and Letters (*Transactions*).
— Wisconsin Geological and Natural History Survey.
3217* — Scientific Series (*Bulletin*).
3218* — Economic Series (*Bulletin*).
2663 **Meriden.** Scientific Association (*Transactions*).
2094* **Mexico.** Comision geologica Mexicana (*Boletin*).
2289* — Instituto geologico (*Boletin*).
2994* — Sociedad cientifica « Antonio Alzate » (*Memorias*).
Minneapolis. Geological and Natural History Survey of Minnesota.
639* — *Annual Report.*
639*b* — *Bulletin.*
2368 — Minnesota Academy of Natural Science (*Bulletin*).
3289* **Montevideo.** Museo nacional (*Anales*).
2070* **New Haven.** American Journal of Science.
2091* — Connecticut Academy of Arts and Sciences (*Transactions*).
New York. Academy of Sciences (late Lyceum of Natural History).
1162 — *Transactions.*
1162ter* — *Memoirs.*
2047 — Science.
1965* **Ottawa.** Commission de Géologie et d'Histoire naturelle du Canada (*Rapport annuel*).
1964 — Geological Survey of Canada (*Palaeozoic fossils*).
Philadelphie. Academy of Natural Sciences.
2089* — *Proceedings.*
2089*b** — *Journal.*
2257* — American Philosophical Society (*Proceedings*).
1522 **Quito.** Universidad Central del Ecuador (*Anales*).
1597* **Rochester.** Geological Society of America (*Bulletin*).
1575* — Rochester Academy of Sciences (*Proceedings*).
3219* **San Paulo.** Museu San Paulo (*Revista*).
2023* **Topeka (Kansas).** Kansas Academy of Science (*Transactions*).
2513 — The University Geological Survey of Kansas (*Volume*).
2569 — Board of Irrigation Survey and experiment (*Report*).
1261* **Trenton.** Geological Survey of New Jersey (*Ann. Report*).

Washington. Geological Survey United States of America.

1292* — *Bulletin.*

1405* — *Monographs.*

1406* — *Annual Reports.*

1523 — *Mineral Resources.*

1164* — Smithsonian Institution (*Annual Report*).

1163 — National Museum (*Report*).

1795 — Department of Agriculture United States of America (*Bulletin*).

1942 — The Microscope.

2515* — American Monthly microscopical Journal.

ASIE.

Tokio. Imperial University Japan.

1731* — *Journal.*

2689* — *Calendar.*

— Geological Survey of Japan.

2913* — *Cartes géologiques.*

2914* — — *agronomiques.*

2915* — — *topographiques.*

EUROPE.

ALLEMAGNE.

3423* **Aix-la-Chapelle.** Deutsches meteorologische Jahrbuch.

Berlin. Königliche-preussische Akademie der Wissenschaften.

2090 — *Mathem. und Naturw. Mittheil.*

2607* — *Sitzungsberichte.*

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

1101* — *Zeitschrift.*

1102* — *Verhandl.*

2016* — Deutsche geologische Gesellschaft (*Zeitschrift*).

1103 — Afrikanische Gesellschaft in Deutschland (*Mittheil.*).

3170* — Königlich-preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie (*Jahrbuch*).

3312* — Zeitschrift für praktische Geologie. (Abonnement.)

Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westphalens und des Reg.-Bezirks Osnabrück.

1408* — *Verhandlungen.*

1408*b* — *Sitzungsbericht.*

2405* — Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Sitzungsberichte*).

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden.
903 — *Sitzungsberichte und Abhandlungen.*
553 **Erfurt.** Königliche Akademie der Wissenschaften (*Jahrb.*).
Francfort s/Mein. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.
1759* — *Abhandlungen.*
1960* — *Bericht.*
2071 **Fribourg-en-Brisgau.** Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg I. B. (*Bericht*).
1105 **Giessen.** Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Bericht*).
Göttingen. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
2111* — *Nachrichten :* Mathem.-phys. Klasse.
2371* — *Abhandlungen.*
2111*b** — *Geschäftliche Mittheilungen.*
Halle. Kaiserliche Leopoldin. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher.
2098 — *Leopoldina.*
2098*b* — *Acta.*
2568* — Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft (*Zeitschrift für Elektrochemie*).
1021* **Leipzig.** Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen.
— Vereins für Erdkunde.
2608* — *Mittheilungen.*
3171 — *Jahresbericht.*
3220* — *Wissenschaftliche Veröffentlichungen.*
3310* — Geologisches Centralblatt. (Abonnement.)
Munich. Königliche-bayerische Akademie der Wissenschaften.
2013* — *Sitzungberichte.*
2014* — *Abhandlungen.*
1554 **Rostock.** Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg (*Archiv*).
1798 **Strasbourg.** Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen (*Abhandlungen*).

AUTRICHE-HONGRIE.

Budapesth. Königlich Ungarische geologische Anstalt.
1012* — *Jahresbericht.*
1013* — *Mittheilungen.*
1011* — Ungarische geolog. Gesellschaft (*Földtani Közlöny*).
Cracovie. Académie des sciences.
1041* — *Bulletin international.*
1559 — *Rosprawy.*
1600* — *Sprawozdanie.*
2290* — Cartes géologiques de la Galicie.

Prague. Königlich-böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.
3308* — *Sitzungsberichte.*
3309* — *Jahresbericht.*
Vienne. Kaiserlich-königliche Akademie der Wissenschaften.
2021* — *Sitzungsberichte.* (Math.-Nat. Classe.)
2022* — *Denkschriften.*
2021b* — Philos.-Histor. Classe.
720* — Kaiserlich-königliches naturhistorisches Hofmuseum (*Annalen*).
— Kaiserlich-königliche geologisches Reichsanstalt.
2259* — *Verhandlungen.*
2259b* — *Jahrbuch.*
2960* — Geologische Karte ($^1/_{75\,000}$e).

BELGIQUE.

911* **Anvers.** Société royale de Géographie d'Anvers (*Bulletin*).
Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.
1181* — *Bulletin.*
1182* — *Annuaire.*
1891 — *Mémoires.*
1892* — *Mémoires couronnés et autres.*
1892b* — *Mémoires des Savants étrangers.*
2209* — Annales des Mines (Ministère de l'Industrie et du Travail).
1340 — Association belge des Chimistes (*Bulletin*).
2095* — Bulletin de l'Agriculture (Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics).
1250* — Annales des travaux publics (Ministère de l'Agriculture).
— Ministère de l'Industrie et du Travail.
1890* — *Carte géologique au 40 000e.*
2454* — *Bibliographia geologica.*
980* — Ciel et Terre.
2096* — La Technologie sanitaire.
3338 — Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (*Mémoires*).
— Observatoire Royal.
1184* — *Annales.*
1161* — *Bulletin quotidien.*
1161b* — *Bulletin mensuel.*
3073* — *Bulletin mensuel du magnétisme terrestre.*
1183* — *Annuaire météorologique.*
1183b* — *Annuaire astronomique.*

Bruxelles. Société belge d'Astronomie.
2265* — *Bulletin.*
2266 — *Annuaire.*
2370 — *Bibliographia astronomica.*
— Société belge de Microscopie.
1471 — *Annales.*
1471*b* — *Bulletin.*
— Société belge des Ingénieurs et des Industriels.
1797 — *Bulletin.*
2288 — *Rapport annuel.*
— Société d'Archéologie de Bruxelles.
1619 — *Annuaire.*
1690* — *Annales.*
1042* — Société royale belge de Géographie (*Bulletin*).
2356 — Société d'études coloniales (*Bulletin*).
— Société royale de Médecine publique.
1825* — *Tablettes mensuelles.*
1826* — *Bulletin.*
1168* — Société royale malacologique de Belgique (*Annales*).
— Société scientifique de Bruxelles.
1166* — *Revue des questions scientifiques.*
1167* — *Annales.*
689* — Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie (*Bull.*).
2687* — Section permanente d'études du grisou (*Procès-Verbaux*).
3005* — Chine et Sibérie.
2514 — Société d'anthropologie (*Bulletin*).
3174* — Université nouvelle (*Publications*).
3262* — Musée du Congo (*Annales*).
3264* — Cercle d'études des agronomes de l'État (*Bulletin*).
3287* — La Chronique des Travaux publics.
2369* **Gembloux.** Station agronomique de l'État (*Bulletin*).
519* **Huy.** Cercle des Naturalistes hutois (*Bulletin*).
1371* **Liége.** Société géologique de Belgique (*Annales*).

DANEMARK.

2108 **Copenhague.** The Danish Biological Station (*Report*).

ESPAGNE.

Madrid. Comision del Mapa geologico de España.
2072 — *Boletin.*
2072*b* — *Memorias.*

FRANCE.

Abbeville. Société d'Émulation d'Abbeville.
981 — *Bulletin.*
2264 — *Mémoires in-8°.*
2264*b* — — *in-4°.*
2821 **Aix-en-Provence.** Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*).
2056* **Angers.** Société d'études scientifiques d'Angers (*Bulletin*).
2261 — Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts (*Mémoires*).
2010* **Autun.** Société d'Histoire naturelle d'Autun (*Bulletin*).
2664* **Béziers.** Société d'études des Sciences naturelles (*Bulletin*).
2260* **Bordeaux.** Société Linnéenne (*Actes*).
Caen. Société Linnéenne de Normandie.
1793* — *Bulletin.*
1793*b* — *Mémoires.*
2057* — Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*).
1723 — Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences (*Bulletin*).
2262 **Carcassone.** Société d'études scientifiques de l'Aude (*Bulletin*).
1832 **Évreux.** Société normande d'études préhistoriques (*Bulletin*).
2480* **Grenoble.** Société de statistique des Sciences naturelles et des Arts industriels de l'Isère (*Bulletin*).
3307* — Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des sciences de l'Université.
1326* **Le Havre.** Société géologique de Normandie (*Bulletin*).
Lille. Société géologique du Nord.
697* — *Annales.*
697*b* — *Mémoires.*
2263 **Lyon.** Société d'Agriculture, d'Histoire naturelle, etc. (*Annales.*)
3491* **Montsouris.** Observatoire municipal.
1749* **Nantes.** Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France (*Bulletin*).
Paris. Académie des Sciences.
2017 — *Mém. sav. étrang.*
2018 — *Mémoires.*
2019 — *Mém. Pass. Vénus.*
2020* — *Comptes rendus des séances.*
2009* — Annales des Mines.
534* — Feuille des Jeunes Naturalistes.
534*b** — *Catalogue.*
1967* — Muséum d'Histoire naturelle (*Bulletin*).
1818* — Service de la Carte géologique détaillée de la France (*Bulletin*).

Paris. Société de Géographie.
2043 — *Comptes rendus des séances.*
2044* — *Bulletin.*
1197* — Société d'Hydrologie médicale (*Annales d'Hydrologie*).
2045* — Société française de Minéralogie (*Bulletin*).
— Société géologique de France.
1290* — *Bulletin.*
1290*b* — *Compte rendu sommaire des séances.*
— Société de Spéléologie.
2148 — *Bulletin* (Spelunca).
2191 — *Mémoires.*
2793* — Revue critique de Paléozoologie.
2856* — Écho des mines et de la métallurgie.
3263* — École d'anthropologie (*Revue*).
3389* — Journal du Pétrole.
— Société des Ingénieurs civils de France.
3424* — *Bulletin.*
3425* — *Procès-Verbaux.*
Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale.
2041* — *Comptes rendus des séances.*
2042* — *Bulletin et atlas.*
2058* **Toulouse.** Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres (*Bulletin et Mémoires*).

GRANDE-BRETAGNE.

1968* **London.** Geologist's Association (*Proceedings*).
— Geological Society of London.
1010* — *Quarterly Journal.*
2288* — *Geological Literature.*
1450* — Geological Survey of the United Kingdom (*Memoirs*).
— Royal Society of London.
2048* — *Proceedings.*
2545 — *Year-Book.*
2690* — The Colliery Guardian.
2995* — The geological Magazine. (*Abonnement.*)
3422* — British Association for the Advancement of Science (*Report*).
Newcastle. North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.
2665* — *Transactions.*
2666* — *Annual Report.*
2040 **Plymouth.** Marine Biological Association of the United Kingdom (*Journal*).

ITALIE.

Catane. Accademia Gioenia di Scienze Naturali.

2026* — *Atti.*

2289* — *Bollettino.*

Milan. Societa italiana di Scienze naturali e Museo civico di storia naturale in Milano.

1989* — *Atti.*

1989*b** — *Memorie.*

Naples. Società reale di Napoli (Reale Accademia di Scienze fisiche e matematiche).

2012* — *Atti.*

2011* — *Rendiconto.*

837 — Società africana d'Italia (*Bolletino*).

Pise. Societa toscana di Scienze naturali.

2054* — *Procès-Verbaux.*

2055 — *Mémoires.*

343* **Rome.** Carte géologique d'Italie.

319* — Office météorologique (*Bulletin*).

293* — Reale Comitato Geologico d'Italia (*Bolletino*).

— Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei.

3086* — *Memorie.*

3087* — *Atti.*

2254* — Società geologica italiana (*Bolletino*).

1797* **Rome** et **Modène.** Società sismologica d'Italia (*Bolletino*).

2255* **Turin.** Accademia delle Scienza di Torino (*Atti*).

NÉERLANDE.

Amsterdam. Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

2037* — *Verhandelingen.*

2038* — *Verslagen.*

2039* — *Jaarboek.*

2024 **Leide.** Geolog. Leide Museum (*Sammlung*).

NORVÈGE.

Bergen. Bergens Museum.

2287* — *Aarbog.*

2267 — *Mémoires.*

2836 — *Report.*

3288* — *Aarsberetning.*

PÉNINSULE BALKANIQUE.

1966 **Belgrade.** Annales géologiques de la Péninsule balkanique.

PORTUGAL.

530 **Lisbonne.** Commissão dos Trabalhos Geologicos de Portugal.
1160 **Porto.** Societade Carlo Ribeiro (Revista de Sciencias naturaes e sociaes).

ROUMANIE.

2372 **Bucharest.** Bureau géologique (*Harta geologica generala*).
2678 — Museului de Geologia (*Anuarulù*).
3172 — Institut météorologique de Roumanie (*Annales*).

RUSSIE et FINLANDE.

1596 **Helsingfors.** Société de Géographie de Finlande (*Bulletin*).
2961 — Commission géologique de la Finlande (*Bulletin*).
864* **Kiew.** Société des Naturalistes (*Mémoires*).
Moscou. Société Impériale des Naturalistes.
2256* — *Bulletin.*
3173 — *Nouveaux mémoires.*
Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences.
1889* — *Bulletin.*
1889*b* — *Mémoires.*
— Comité géologique de Russie.
840* — *Bulletin.*
840*b* — *Bibliothèque géologique de la Russie* (suppl. au Bull.).
889* — *Mémoires.*
842* — Russ.-kaiserl. mineralog. Gesellschaft (*Verhandl.*).
843* — Matériaux pour servir à la géologie de la Russie.
2192* — Section géologique du cabinet de S. M. l'Empereur (*Travaux*).
— Société impériale des Naturalistes de Saint-Pétersbourg.
990* — *Comptes rendus des séances.*
990*b** — *Section de géologie et de minéralogie.*

SUÈDE.

1970 **Lund.** Universitas Lundensis (*Acta*).
Stockholm. Konglig. svenska vetenskap Akademie.
1223 — *Bihang.*
1224 — *Ofversigt.*
1222* — *Handlingar.*
2092* **Upsal.** University of Upsala Geol. Inst. (*Bulletin*).

SUISSE.

688 **Lausanne.** Société géologique suisse (*Eclogae geol. Helv.*) (*Mittheil.*).
1100 — Musée d'Histoire naturelle (*Rapport annuel*).
2269* — Société vaudoise des Sciences naturelles (*Bulletin*).
2093* **Zurich.** Naturforsch. Gesellschaft in Zurich. (*Vierteljahrsschrift*).

TURQUIE.

1971 **Constantinople.** Observatoire impérial (*Bulletin*).

OCÉANIE.

NOUVELLE-GALLES DU SUD.

Sydney. Australian Museum.
1601* — *Reports.*
1664* — *Records.*
982* — Department of Mines and Agriculture (*Ann. Report*).
— Geological Survey of New South Wales.
642 — *Records.*
983* — *Mémoires.*
983*b* — *Mineral Resources.*
2268* — Australian Mining Standard.

VICTORIA.

235* **Melbourne.** Secretary of Mines (*Ann. Report*).
1438 — Zoology of Victoria (*Prodromus*).
2667 — Geological Survey (*Progress Report*).
3336* — Royal Society of Victoria (*Proceedings*).

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES LOCALITÉS BELGES

au sujet desquelles le présent volume fournit

DES

RENSEIGNEMENTS GÉOLOGIQUES, PALÉONTOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

Signes conventionnels :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Coupe figurée; pl. = Planche (1).

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
A	
Aerschot	*Mém.* 249. **3**.
Alken	*Pr-Verb.* 654. **3**.
Alost	*Mém.* 187. **2**. p a.
Andenne	*Mém.* 33-36. **1**. pl.
Angreau	*Mém.* 89-90. **4**. fig.
Anvers	*Pr.-Verb.* 631. **3**. — *Mém.* 249. **3**.
Ardenne	*Mém.* 107. **6**.
Asch	*Pr.-Verb.* 593-595. **6**.
Audenarde	*Pr.-Verb.* 187-189. **6**. p. a.
Audregnies	*Mém.* 85. **4**. fig.
Autreppe	*Mém.* 87-88. **4**. fig.

(1) Les chiffres précédés des mentions *Pr.-Verb.* et *Mém.*, qui accompagnent les noms des localités, indiquent respectivement la pagination des Procès-Verbaux et celle des Mémoires. Les chiffres gras et les signes divers qui suivent correspondent à une classification des matières ainsi établie : **1** = *Terrain éruptif* et *Terrain primaire;* **2** = *Terrain secondaire;* **3** = *Terrain tertiaire;* **4** = *Terrain quaternaire et moderne.* Le chiffre gras **5** indique que le texte fournit des données relatives aux *phénomènes géologiques* et le chiffre **6** signifie qu'il donne des renseignements *hydrologiques.* Lorsque les renseignements fournis proviennent d'une coupe de *puits artésien*, ces derniers chiffres sont suivis du signe *p. a.* Les localités pour lesquelles sont citées des *sources minérales* sont indiquées par le signe *s. m.* L'astérisque * accompagnant un chiffre gras indique la présence de liste de fossiles ou de renseignements paléontologiques quelconques. *Fig.* signifie : coupe figurée. *Pl.* signifie : Planche à la fin du volume.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire e moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien. s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Coupe figurée; pl. = Planche.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
B	
Baisieux	*Mém.* 85. **4**.
Beernem	*Pr.-Verb.* 67-69. **6**. p. a. — *Mém.* 185. **2**. p. a.
Bernissart	*Pr.-Verb.* 199-209. **2**. — 624-627. **2**.
Bilsen	*Mém.* 249. **3**.
Binche	*Pr.-Verb.* 107. **6**. — *Mém.* 99-102. **6**.
Bleyberg	*Pr.-Verb.* 703. **1**.
Boom	*Pr.-Verb.* 631. **3**. — *Mém.* 209. **3**.
Bourlet	*Pr.-Verb.* 701.
Brabant (Le)	*Pr.-Verb.* 647. **1**.
Brasschaet	*Pr.-Verb.* 249-255. **6**. p. a.
Bracquegnies	*Pr.-Verb.* 625. **2**.
Bruxelles	*Pr.-Verb.* 142-150. **6**. — 303-310. **6**. — 532-538. **6**. — *Mém.* 168. **6**. p. a.
C	
Charleroi	*Mém.* 105. **6**.
Charleroi (Bassin de)	*Mém.* 1-60. **1**. pl. — 39. 52. **1***.
Châtelet	*Mém.* 169-171. **1**.
Chokier	*Mém.* 36. **1**.
Cortenbosch	*Pr.-Verb.* 630. **4**.
Cortessem	*Pr.-Verb.* 627. **3**. — 654. **3**.
Cosen	*Pr.-Verb.* 630. **4**.
Cruybeke	*Mém.* 249. **3**.
Cureghem	*Mém.* 164-167. **6**. p. a.
D	
Denderleeuw	*Mém.* 187. **2**. p. a.
Diepenbeek	*Pr.-Verb.* 630. **4**. — *Mém.* 194. **2**. p. a.
Diest	*Pr.-Verb.* 654-657. **3**.
Dour	*Mém.* 75-78. **4**. fig.
Droogenbosch	*Pr.-Verb.* 257-258. **6**. p. a.
E	
Eelen	*Pr.-Verb.* 594. **6**. — *Mém.* 183-184. **2**. p. a.
Elouges	*Mém.* 31. **4**. fig.
Epraves	*Pr.-Verb* 19. **6**. fig.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Coupe figurée; pl. = Planche.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
F	
Frasnes lez-Couvin	*Pr.-Verb.* 701.
Forest	*Pr.-Verb.* 258-260. **6**. p. a.
Furfooz	*Pr.-Verb.* 7-10. 24-26. **6**. fig. — 614-623. **6**. pl.
G	
Gand	*Pr.-Verb.* 63-73. **6**. p. a. — *Mém.* 186. **2**. p. a.
Genck	*Pr.-Verb.* 632. **3**. — 632. **4**.
Gingelom	*Pr.-Verb* 594. **6**. — *Mém.* 193. **2**. p. a. pl.
Gors-op-Leeuw	*Mém.* 194. **2** p. a.
Grimmertingen	*Pr.-Verb.* 623. **3**.
H	
Han	*Pr.-Verb.* 21-24. **6**.
Hasselt	*Mém.* 194. **2**. p. a. — 249. **3**.
Haversin	*Pr.-Verb.* 667. **1**.
Hérenthals	*Pr.-Verb.* 632. **3**.
Hersselt	*Pr.-Verb.* 634. **4**.
Heyst-op-den-Berg	*Pr -Verb.* 261-264. **6**. p. a. — *Mém.* 249. **3**.
Hoboken	*Mém.* 249. **3**.
I	
Ixelles	*Mém.* 164.
K	
Kermpt	*Mém.* 194. **2**. p. a. pl. — 253. **3**.
L	
Lanaeken	*Pr.-Verb.* 594. **6**. — *Mém.* 182-183. **2**. p. a.
La Louvière	*Pr.-Verb.* 318-319. **6**.
Landelies	*Pr.-Verb.* 705. **1**.
Léau	*Pr.-Verb.* 654. 659. **3**. — *Mém.* 193. **2**. p. a.
Leval-Trahegnies	*Pr.-Verb.* 606. **3**.
Limbourg (le)	*Pr.-Verb.* 627. 631. **3**.
Lonzée	*Pr.-Verb.* 710. **2**.
Louvain	*Mém.* 190. **2**. p. a.
Lys (La)	*Pr.-Verb.* 540-542. **6**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire ; **2** = T. secondaire ; **3** = T. tertiaire ; **4** = T. quaternaire et moderne ; **5** = Phénomènes géologiques ; **6** = Hydrologie ; p. a. = Puits artésien ; s. m. = Source minérale ; * = Renseignements paléontologiques, listes ; fig. = Coupe figurée ; pl. = Planche.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
M	
Maffe	*Mém.* 62-63. **4**.
Malines	*Pr.-Verb.* 57. **6**. p. a. — *Mém.* 188-189. **2**. p. a. pl.
Marchipont	*Mém.* 92-93. **4**. fig.
Mazy	*Pr.-Verb.* 702. **1**.
Molenbeek (Bruxelles)	*Mém.* 169-174. **6**. p. a.
Moll	*Pr.-Verb.* 660-661. **3**.
N	
Nassogne	*Mém.* 106. **6**.
Neerlinter	*Pr. Verb.* 654-659. **3**.
Nieuwenhoven	*Pr.-Verb* 594. **6**.
Nieuwerkerke (Saint-Trond)	*Mém.* 192. **2**. p. a. pl.
Nord de la Belgique	*Mém.* 176-181. **2**. p. a. pl.
O	
Ostende	*Pr.-Verb.* 178-187. **6**. p. a. — *Mém.* 184. **2**. p. a
P	
Piéton	*Pr.-Verb.* 315. **6**.
Profondeville	*Pr.-Verb* 710. **4**.
R	
Remouchamps	*Pr.-Verb.* 13. **6**. fig.
Rosoux-Goyer	*Mém.* 194. **2**. p. a.
Roulers	*Mém.* 185. **2**. p. a.
Rupelmonde	*Mém.* 243. **2**.
Rummen	*Pr.-Verb.* 654-657. **3**.
S	
Saint-Gilles (Bruxelles)	*Mém.* 162-163. **6**. p. a.
Saint-Nicolas	*Pr.-Verb.* 631. **3**. — *Mém.* 249. **3**.
Saint-Symphorien	*Pr.-Verb.* 719.
Senne (Vallée de la)	*Pr.-Verb.* 211-212. **4**.
Strépy-Bracquegnies	*Pr.-Verb.* 314-315. **6**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Coupe figurée ; pl. = Planche.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
T	
Thuin	*Mém.* 105. **6**.
Tirlemont	*Mém.* 191. **2**. p. a.
Tongres	*Mém.* 194. **2**. p. a. pl.
Turnhout	*Pr.-Verb.* 255. **6**. p. a.
U	
Uccle	*Pr.-Verb.* 261-262. **6**. p. a.
V	
Vedrin	*Pr.-Verb.* 705. **1**.
Villers-la-Ville	*Pr -Verb.* 647. **1**.
Vilvorde	*Mém.* 187. **2**. p. a.
Vorselaer	*Pr.-Verb.* 632. **3**.
W	
Waes (Pays de)	*Pr.-Verb.* 660-661. **3**.
Wamont	*Pr.-Verb.* 594. **6**. — *Mém.* 191-192. **2**. p. a.
Warquignies	*Mém.* 72-75. **4**. fig.
Wasmes	*Mém.* 67-72. **4**. fig.
Wasmuel	*Mém.* 64-67. **4**. fig.
Westmeerbeek	*Pr.-Verb.* 634. **4**.
Westerloo	*Pr.-Verb.* 634. **4**. — *Mém.* 249. **3**.
Wetteren	*Mém.* 187. **2**. p. a.
Wihéries	*Mém.* 82. **4**.
Wuestwezel	*Pr.-Verb.* 661. **4**.
Wynendaele	*Pr.-Verb.* 597. **6**.
Y	
Yperlée (L')	*Pr.-Verb.* 540-542. **6**.
Z	
Zeelhem	*Mém.* 253-258. **6**. p. a.

(Dressé par M. *T. Cooreman*.)

TABLE DES PLANCHES.

PLANCHE I.

X. Stainier. — Essai de reconstitution de la stampe normale des couches des bassins houillers de Charleroi et de Basse-Sambre, à l'échelle du millième ($^1/_{1\,000}$).

PLANCHE II.

D. Levat. — *Placers et mines d'or.* — Fig. 1. Guyane : Un canot de dix barils. Montée des vivres au placer. — Fig. 2. Sibérie orientale : Transport de l'or à dos de rennes ; charge par animal : 2 pouds valant 100,000 francs. — Fig. 3. Guyane : Le chemin de fer de Saint-Laurent de Maroni. Une courbe de 50 mètres de rayon.— Fig. 4. Sibérie orientale : Placer exploité par tailles minces. Le sol est gelé sur une épaisseur indéfinie.

PLANCHE III.

Baron O. van Ertborn. — Diagrammes donnant l'allure générale, le premier, du Primaire, du Crétacique, du Landenien et de l'Ypresien, d'Ostende à Malines ; le second, du Primaire, du Crétacique, du Landenien, de Roulers à la Meuse (Lanaeken) et de l'Ypresien, de Roulers à Louvain. Les deux lignes, Ouest-Est, sont distantes d'environ 10 kilomètres.

PLANCHE IV.

Tableau d'assemblage des 226 feuilles de la carte géologique de la Belgique, à l'échelle du 40000e. État de la publication au 10 mai 1901.

PLANCHE V.

Félix Marboutin. — Nouvelle méthode d'étude des eaux de sources. — Tracé de lignes isochronochromatiques obtenues par des expériences à la fluorescéine.

PLANCHE VI.

Max Le Couppey de la Forest. — Caverne du puits Guérée à La Guinand. (Région crétacée de la Vallée de la Guinand.)

PLANCHE VII.

Raymond Storms. — Un Carcharodon du terrain Bruxellien.

TABLE DES MATIÈRES

DES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT

ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

Phénomènes géologiques.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Rahir et **J. Du Fief.** De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains	11	(1)
Max Le Couppey de la Forest. Les cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin anglo-parisien	487	**228**
E. Van den Broeck. Quelques détails sur le phénomène naturel ayant fait croire, dans la région de Gap, à l'éruption d'un volcan (Le « Volcan » du Glaizil)	424	
E. Van den Broeck. A propos du Rupelien de la région Léau-Rummen et de l'existence probable d'un synclinal primaire dans ces parages. .	654	
G. Simoens. Deuxième note sur la faille d'Haversin (*Résumé*)	667	
Henryk Arctowski. Note sur les dunes du cap Polonio sur la côte de l'Uruguay	689	
Henryk Arctowski. Notice sur l'abrasion glaciaire	693	
J. Bertrand. Action des anciens glaciers sur le relief actuel de la Russie	695	
A. Rutot. La boucle de Profondeville	710	
Stanislas Meunier. Sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine		**(15)**
Henryk Arctowski. Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge . . .		**(24)**

(1) Les chiffres gras entre parenthèses indiquent la pagination des « Traductions et Reproductions ».

Nota. — Lorsqu'un titre se rapporte à la fois à plusieurs des rubriques de cette table, il se trouve reproduit dans chacune d'elles. Font exception les titres du « Bulletin bibliographique » non renseignés sous d'autres rubriques de la table. Aucun des titres des communications se rangeant dans la catégorie des *Nouvelles et Informations diverses* ne se trouve renseigné dans la présente table. Pour en trouver l'énumération, voir plus loin la **Table générale des Matières.**

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Henryk Arctowski. Les calottes glaciaires des régions antarctiques. .		(26)
Henryk Arctowski. Sur les icebergs tabulaires des régions antarctiques		(28)
C. Maltézos. Sur les nodales de sable ou de poussière		(30)
B. Lotti. Les gîtes métallifères stratifiés et la couche minéralisée du cap Garonne, en France		(33)
J. Toubeau. Salure progressive d'eaux artésiennes		(48)

Études grisouto-sismiques.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Lagrange. Rapport relatif à la création des stations sismiques pour l'étude des conditions de dégagement du grisou	159	
Choix d'un emplacement pour la station sismique en profondeur au charbonnage de l'Agrappe	325	
Clément Reid. Choix d'une faille et d'une localité s'adaptant le mieux aux observations sur les mouvements terrestres	327	
Note sur l'état actuel de la question d'organisation d'une station grisouto-sismique au charbonnage de l'Agrappe	331	
G. Simoens. A propos du choix des emplacements des stations d'observations micro-sismiques et grisouto-sismiques dans les régions du Hainaut	334	
Verney. Note sur un appareil destiné à analyser les mélanges grisouteux	449	
E. Lagrange. Rapport sur les travaux de la première réunion de la Commission permanente sismologique à Strasbourg (avril 1901) . . .	453	
E. Lagrange. Création du *Bulletin de la station géophysique d'Uccle* . .	458	
E. Van den Broeck. État actuel de la question de l'étude, en Belgique, des corrélations grisouto-sismiques et création d'un réseau de stations appropriées à cette étude. — Dons généreux reçus des membres du Comité de patronage à cet effet	458	
Paul Habets. Des observations continues à instituer pour la détermination des quantités de grisou dégagées dans une mine	465	

Lithologie. Minéralogie. Cristallographie.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Ad. Kemna. La géométrie des couches de sable.	122	
Arctowski et **A. Renard.** Les sédiments marins de l'expédition de la « Belgica »	420	
H. Buttgenbach. Figures de corrosion du quartz par l'acide fluorhydrique	601	
H. Buttgenbach. Note sur quelques cristaux provenant de gisements belges	701	
Stanislas Meunier. Sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine		(15)

Géologie des terrains primaires.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
T.-C. Moulan. Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux	187	99
X. Stainier. Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre		1
E. Van den Broeck. A propos du Rupelien de la région Léau-Rummen et de l'existence probable d'un synclinal primaire dans ces parages.	654	
G. Simoens. Deuxième note sur la faille d'Haversin (*Résumé*)	667	

Paléontologie des terrains primaires.

Ch. Bommer. Le nouveau genre Lepidocarpon de Scott	557	

Géologie des terrains secondaires.

Paul Choffat. Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique, en Portugal	189	111
E. Van den Broeck. A propos de la présentation par M. *P. Choffat* d'une étude régionale sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique.	190	
E. Van den Broeck. Quelques mots concernant les récentes déclarations de M. *Lamplugh* au sujet de l'âge du Wealdien	199	
Baron O. van Ertborn. Allure générale du Crétacique dans le Nord de la Belgique		175
Max Le Couppey de la Forest. Les cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin anglo-parisien		228
A. Rutot. Sur l'âge de la Glauconie de Lonzée	710	

Paléontologie des terrains secondaires.

E. Van den Broeck. Quelques mots concernant les récentes déclarations de M. *Lamplugh* au sujet de l'âge du Wealdien	119	
E. Van den Broeck. Intéressantes découvertes pour la flore du gisement de Bernissart	624	

Géologie des terrains tertiaires.

Baron O. van Ertborn. Allure générale de l'argile rupelienne dans le Nord de la Belgique	423	248
E. Van den Broeck. Le gite oligocène tongrien de Grimmertingen	623	
E. Van den Broeck. Les grès erratiques du Sud du Démer et dans la région de la Herck	627	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Baron O. van Ertborn. Quelques mots au sujet des divers niveaux gréseux du Tertiaire supérieur dans le Nord de la Belgique	631	
E. Van den Broeck. A propos du Rupelien dans la région Léau-Rummen et de l'existence probable d'un synclinal primaire dans ces parages	654	
Baron O. van Ertborn. Contribution à l'étude des étages rupelien, bolderien, diestien et poederlien. (*Note résumée.*)	660	
G.-F. Dollfus. La structure du bassin de Paris		(**10**)

Paléontologie des terrains tertiaires.

R. Storms. Sur un « Carcharodon » du terrain bruxellien		**259**
A. Rutot. Sur la découverte d'une flore fossile dans le Montien du Hainaut	605	

Géologie des terrains quaternaires.

A. Rutot. La question de la diversité des facies caillouteux quaternaires dans la vallée de la Senne	241	
A. Rutot. Nouvelles observations sur le Quaternaire de la Belgique. Échelle stratigraphique et projet de légende du Quaternaire	554	
Baron O. van Ertborn. Le Quaternaire dans le Nord de la Belgique. .	661	
A. Rutot. La boucle de Profondeville	710	

Préhistorique. — Silex quaternaires. — Spéléologie.

A. Rutot. Sur la formation des champs ou tapis de silex ayant fourni aux populations paléolithiques primitives la matière première des instruments et outils constituant leurs industries		**61**
E. Rahir. Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux	7	
A. Rutot. Sur une preuve de l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène	29	
E. Van den Broeck. Quelques observations nouvelles faites à Furfooz le 12 octobre 1901, à l'occasion d'une excursion de la Société d'archéologie de Bruxelles	614	

Géologie régionale.

A. Rutot. Le nouveau puits de l'arsenal de Malines	97	
M. Mourlon et **Ch. Lejeune de Schiervel.** Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde et sur son prolongement, le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel. (*Note résumée.*)	209	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
A. Rutot. La question de la diversité des facies caillouteux quaternaires dans la vallée de la Senne	211	
David Levat. La géologie, la prospection et l'exploitation des mines d'or et des placers		**141**
Baron O. van Ertborn. Matériaux destinés à l'établissement de la topographie souterraine du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise		**161**
Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40000e, État de la publication à la date du 10 mai 1901		**200**
Max Le Couppey de la Forest. Les cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin anglo-parisien		**228**
Baron O. van Ertborn. Allure générale de l'argile rupelienne dans le Nord de la Belgique	423	**248**
H. Arctowski et **A. Renard.** Les sédiments marins de l'Expédition de la « Belgica »	420	
A. Rutot. Nouvelles observations sur le Quaternaire de la Belgique. Échelle stratigraphique et projet de légende du Quaternaire	554	
E. Van den Broeck. Les grès erratiques du Sud du Démer et dans la région de la Herck	624	
Baron O. van Ertborn. Quelques mots au sujet des divers niveaux gréseux du Tertiaire supérieur dans le Nord de la Belgique	631	
J. Libert. Exploitations libres de minerais de fer dans la province d'Anvers	634	
Baron O. van Ertborn. Contribution à l'étude des étages rupelien, bolderien, diestien et poederlien. (*Note résumée.*)	660	
Baron O. van Ertborn. Le Quaternaire dans le Nord de la Belgique	661	
J. Bertrand. Action des anciens glaciers sur le relief actuel de la Russie	695	
G.-F. Dollfus. La structure du bassin de Paris		**(10)**
Dr Spire. Note sur la Géologie du Congo français entre la Sangha et l'Atlantique (mission Fourneau)		**(20)**
Henryk Arctowski. Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge		**(24)**
Henryk Arctowski. Les calottes glaciaires des régions antarctiques		**(26)**
Henryk Arctowski. Sur les icebergs tabulaires des régions antarctiques		**(28)**

Hydrologie.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Rahir. Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux	7	
E. Rahir et **J. Du Fief.** De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains	11	
Programme d'une étude scientifique des sables boulants	34	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Correspondance reçue au sujet du projet d'étude scientifique, par la Société, de la question des sables boulants	37	
C.-T. Moulan. Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux		**99**
A. Rutot. A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France	74	
Ad. Kemna. La géométrie des couches de sable	122	
Les recherches de MM. **Marboutin** et **Schlœsing** au sujet de l'étude des eaux potables	155	
Ad. Kemna. Enquête sur les eaux de Paris	226	
Ad. Kemna. La situation actuelle de la question des eaux à Paris	361	
A. Rutot. Note sur quelques faits hydrologiques	374	
Baron O. van Ertborn. Le bélier hydraulique, les pompes et les compresseurs à air. Élévateurs à eaux artésiennes	383	
F. Sacco. Observations géologiques relatives à un projet de captage et d'adduction d'eau potable des vallées de Lanzo pour l'alimentation de la ville de Turin	393	
Félix Marboutin. Sur la propagation des eaux souterraines. Nouvelle méthode d'emploi de la fluorescéine		**214**
Max Le Couppey de la Forest. Une application à la géologie des expériences à la fluorescéine. Rectification de la position d'un axe anticlinal sur une carte géologique		**245**
Ad. Kemna. Filtrage et ozonisation des eaux de la banlieue de Paris	549	
E. Van den Broeck. Quelques observations nouvelles faites à Furfooz le 12 octobre 1901, à l'occasion d'une excursion de la Société d'Archéologie de Bruxelles	614	
Une distribution d'eau alimentaire à Landen	711	
Ad. Kemna. Stérilisation des eaux par l'ozone		**(38)**
J. Toubeau. Salure progressive d'eaux artésiennes		**(48)**

Sondages, forages et puits artésiens.

D. Vanhove. Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousberg, à Gand et sur celui de Beernem, près Bruges	63	
A. Rutot. Le nouveau puits de l'arsenal de Malines	97	
Baron O. van Ertborn. Le puits artésien du Royal Palace Hotel, à Ostende	178	
Baron O. van Ertborn. Le puits artésien de la propriété J. Gevaert, à Audenarde (1900)	187	
Baron O. van Ertborn. Les sondages du polygone de Brasschaet et du château de Saalhof (voisin du polygone)	249	
Baron O. van Ertborn. Les puits artésiens de Droogenbosch, Forest et Uccle	256	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Baron O. van Ertborn. Le puits artésien de Heyst-op-den-Berg (station du tram à vapeur)	263	
Baron O. van Ertborn. Matériaux destinés à l'établissement de la topographie souterraine du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise.		**161**
Baron O. van Ertborn. Allure générale du Crétacique dans le Nord de la Belgique		**175**
A. Rutot. Note sur les puits forés d'Esschen et de Rosendael	376	
Baron O. van Ertborn. Quelques mots de protestation au sujet des sondages de Malines, de Lanaeken et d'Eelen.	381	
Baron O. van Ertborn. Les forages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem		**255**
Baron O. van Ertborn. Quelques mots sur le sondage d'Asch	593	
J. Toubeau. Salure progressive d'eaux artésiennes		**(48)**

Géologie appliquée.

Programme d'une étude scientifique des sables boulants	34	
Correspondance reçue au sujet du projet d'étude scientifique, par la Société, de la question des sables boulants	37	
C.-T. Moulan. Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux		**99**
A. Rutot. A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France	74	
Le grade d'ingénieur-géologue à Liége. Lettre de M. **Forir** à M. **Van den Broeck**	108	
Arrêté royal réglant l'institution du grade et du diplôme scientifique d'ingénieur-géologue à l'Université de Liége	110	
Ad. Kemna. Résumé de la discussion des sables boulants par les ingénieurs américains	132	
Baron O. van Ertborn. Étude sur les sables boulants et sur le moyen d'en prévenir l'invasion par assèchement progressif	142	
Les recherches de MM. **Marboutin** et **Schlœsing** au sujet de l'étude des eaux potables	155	
Ad. Kemna Enquête sur les eaux de Paris	226	
David Levat. La géologie, la prospection et l'exploitation des mines d'or et des placers		**141**
Ad. Kemna. La situation actuelle de la question des eaux de Paris	361	
F. Sacco. Observations géologiques relatives à un projet de captage et d'adduction d'eau potable des vallées de Lanzo pour l'alimentation de la ville de Turin	390	
Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie, Grenoble, 1902	398	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Max Le Couppey de la Forest. Une application à la géologie des expériences à la fluorescéine. Rectification de la position d'un axe anticlinal sur une carte géologique		**245**
A. Casse. Définition, composition, drainabilité des sables boulants. Construction d'ouvrages dans ces terrains	511	
M. Mourlon. Quelques mots sur le « boulant » à propos du projet de jonction des gares du Nord et du Midi à Bruxelles	532	
Ad. Kemna. Filtrage et ozonisation des eaux de la banlieue de Paris .	549	
M. Mourlon. La géologie au Congrès international d'hygiène, etc., tenu à Ostende en septembre 1901.	596	
J. Libert. Exploitations libres de minerais de fer dans la province d'Anvers	634	

Études sur le Boulant.

Ad. Kemna. Résumé de la discussion des sables boulants par les ingénieurs américains.	132	
Baron O. van Ertborn. Étude sur les sables boulants et sur le moyen d'en prévenir l'invasion par assèchement progressif.	142	
Appel aux membres au sujet des « échantillons » et de bibliographie du boulant	154	
E. Cuvelier. Quelques mots à propos de l'étude scientifique du « boulant ».	281	
Ad. Kemna. Les sables boulants de Brüx, en Bohême	292	
G. Simoens. Sur les relations existant, au point de vue des phénomènes dynamiques dus aux sables boulants, entre le sous-sol de Brüx, en Bohême, et celui de la ville de Bruxelles.	301	
A. Casse. Définition, composition, drainabilité des sables boulants. Construction d'ouvrages dans ces terrains	511	
De Bauve. Note sur le sable boulant	523	
Pierret. Note sur le sable boulant	525	
Feret. Extraits d'une lettre au sujet d'expériences sur les sables. . . .	527	
M. Mourlon. Quelques mots sur le « boulant » à propos du projet de jonction des gares du Nord et du Midi à Bruxelles.	532	

Varia.

Le grade d'ingénieur-géologue à Liége. Lettre de M. **Forir** à M. **Van den Broeck**	108	
Arrêté royal réglant l'institution du grade et du diplôme scientifique d'ingénieur-géologue à l'Université de Liége	110	
Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40 000e. État de la publication à la date du 10 mai 1901.		**200**

	Pr.-Verb. Pages	Mém. Pages.
Choix d'un emplacement pour la station sismique en profondeur au charbonnage de l'Agrappe	325	
Clément Reid. Choix d'une faille et d'une localité s'adaptant le mieux aux observations sur les mouvements terrestres	327	
Note sur l'état actuel de la question d'organisation d'une station grisouto-sismique au charbonnage de l'Agrappe	331	
G. Simoens. A propos du choix des emplacements des stations d'observations micro-sismiques et grisouto-sismiques dans la région du Hainaut	334	
Baron O. van Ertborn. Quelques mots de protestation au sujet des sondages de Malines, de Lanaeken et d'Eelen	381	
Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie, Grenoble, 1902	398	
A.-F. Renard. Notice biographique sur Raymond Storms		**201**
E. Van den Broeck. Quelques détails sur le phénomène naturel ayant fait croire, dans la région de Gap, à l'éruption d'un volcan (« Le Volcan », du Glaizil)	424	
Baron O. van Ertborn. Notice nécrologique sur *Norbert-Charles-Louis De Wael*	588	
Michel Mourlon. La Géologie au Congrès international d'hygiène, etc., tenu à Ostende en septembre 1901	596	
E. Van den Broeck. Quelques observations nouvelles faites à Furfooz, le 12 octobre 1901, à l'occasion d'une excursion de la Société d'Archéologie de Bruxelles	614	
Prix de Selys Longchamps pour la faune belge	633	
Jean Vincent. Un précurseur belge de la Géologie au XVIe siècle. Le système géologique de Simon Stévin		**(3)**
Ad. Kemna. Bulletin de la Société de Médecine publique et de Topographie médicale de Belgique ; volume XXII, 2e partie		**(43)**

Bulletin bibliographique.

L. de Launay. Géologie pratique et petit dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels. (*Résumé par M. A. Rutot.*)	48	
V. Amalitzky. Sur la découverte de Vertébrés Fossiles dans les dépôts permiens de la Russie du Nord. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*)	50	
G.-W. Lamplugh, F.-G.-S. L'âge du Weald anglais. (*Résumé par le même.*)	54	
R.-D. Oldham. Les bruits de tremblements de terre et les « Barisal Guns ». (*Résumé par le même*)	57	
Alb. Penck. Les périodes glaciaires de l'Australie. (*Résumé par le même.*)	112	
R.-F. Scharff. L'histoire de la faune de l'Europe. (*Résumé par le même.*)	116	

	Pr.-Verb. Pages	Mém. Pages
J. Libert. De la présence des gaz hydrocarbonés dans les exploitations souterraines des mines et carrières	166	
Ch. Davison. Les progrès de la sismologie pendant le XIXe siècle	170	
E. Hibsch. Essai de classification des formations quaternaires de la vallée de l'Elbe, dans le Nord de la Bohême. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*)	213	
J.-W. Anderson. Manuel du prospecteur. Guide pour la recherche des gîtes minéraux et métallifères. (*Résumé par M. A. Rutot.*)	216	
Quelques renseignements sur le pétrole dans le département d'Oran. (*Résumé du rapport de la mission Henry Neuburger par M. O. L.*)	217	
C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie) Numéros de janvier, février et mars 1901	268	
E. Cuvelier. Bibliographie chronologique du « boulant », d'après les *Annales des Travaux publics de Belgique,* de 1843 à 1893, 1re série (cinquante et un premiers volumes)	312	
E. Lagrange. Analyse des vingt et un Mémoires constituant la première série (1897-1900) des communications (*Mittheilungen*) de la Commission autrichienne de tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie des sciences de Vienne	340	
C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie) Numéros d'avril, mai et juin 1901	399	
Otto Nordenskjold. Les formations des pampas	431	
Dr Nils-Olof Holst. Les relations de l'époque glaciaire avec les oscillations du sol, spécialement en Scandinavie, d'après la traduction de F.-A. Bather, D. Sc. (*Geological magazine*)	438	
Prof. G. F. Wright, F. G. S. A. Phénomènes géologiques récents dans le Nord et dans le centre de l'Asie	441	
C. Ekendahl. Ueber den Gang und die Entwickelung der chemischen und biologischen Untersuchungsmethoden im Laboratorium der Städtischen Wasserwerke in Stockholm in den Jahren 1882-1901. (Marche et développement des méthodes et des recherches chimiques et bactériologiques au laboratoire de la distribution d'eau communale de Stockholm, pendant les années 1882-1901, par C. Ekendahl) (*Résumé par M. Ad. Kemna.*)	488	
Jaarverslag betreffende de waterleiding der gemeente Amsterdam over 1900. (Rapport annuel sur la distribution d'eau de la commune d'Amsterdam en 1900.) (*Résumé par le même.*)	495	
E. Cuvelier. Suite de la bibliographie du « boulant »	538	
M. Lugeon. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Chablais en 1901	559	
C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique ». (Zeitschrift für praktische Geologie.) Numéros de juillet et août 1901	560	
C.-R. Van Hise. Quelques lois régissant la formation des gîtes métallifères. (*Résumé par M. le Dr C. Klement.*)	564	

	Pr.-Verb. Pages	Mém. Pages
R. Zuber (Lemberg). Sur l'origine du « flysch ». (*Résumé par le même.*)	566	
Ed. Imbeaux. L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition universelle de 1900. (*Résumé par M. Ad. Kemna.*)	569	
T. Suess. L'asymétrie de l'hémisphère Nord. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*)	572	
C. Klement Sommaires de la « Revue de géologie pratique ». (Zeitschrift für praktische Geologie.) Numéro de septembre 1901	636	
F.-D. Longe. La formation du silex dans la craie. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*)	637	
Ch.-W. Andrews. Notes préliminaires sur la découverte de Vertébrés fossiles en Égypte. (*Résumé par le même.*)	638	
La période glaciaire récente en Australie. (*Résumé par le même.*)	640	
J. Siemeradzki Observations géologiques faites pendant un voyage dans le Sud du Brésil. (*Résumé par le même.*)	640	
Boehm. Reisenotizen aus Ost-Asien. (*Résumé par le même.*)	641	
Rapport sur les levés géologiques du service géologique de Prusse pendant l'année 1898. (*Résumé par le même.*).	641	
Notes sur la géologie et la paléontologie de la Patagonie. (*Résumé par le même.*).	642	
Profils géologiques transversaux de la Cordillière argentino-chilienne. Stratigraphie et tectonique. (*Résumé par le même.*)	642	
A.-G. Nathorst Géologie du Groenland nord-oriental. (*Résumé par le même.*).	644	
C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique ». (Zeitschrift für praktische Geologie.) Numéros d'octobre et novembre 1901.	668	
Communicaçoês da Direcçâo dos Servicos Geologicos de Portugal, tome IV, Lisboâ, 1900. (*Résumé par M. Engerrand.*).	671	
A. Issel. Osservazioni sul Tongriano di Santa Giustino e Sassello. (*Résumé par le même.*)	673	
G. Rovereto. Illustrazione dei Molluschi fossili Tongriani. (*Résumé par le même.*).	673	
O'Reilly (Prof.). Réduction de la côte irlandaise. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*)	712	
Alf. Harker. Les anciens glaciers de Skye (Écosse). (*Résumé par le même.*)	713	
Ed Lippman. Petit traité de sondage. (*Résumé par M. le baron O. van Ertborn.*).	714	

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XV (1901)

DU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

Pages

Composition du Bureau et du Conseil de la Société pour l'exercice 1901 2

Séance mensuelle du 15 janvier 1901.

Allocution présidentielle à l'occasion de la nomination de M. *E. Van den Broeck* à la vice-présidence de la Société géologique de France 3

E. Rahir. Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux 7

E. Rahir et **J. Du Fief.** De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains 11

A. Rutot. Sur une preuve de l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène. 29

Programme d'une étude scientifique des sables boulants 34

Correspondance reçue au sujet du projet d'étude scientifique, par la Société, de la question des sables boulants 37

1° Extrait d'une communication de M. le professeur **J. Bergeron**, de Paris. 41

2° Traduction d'une lettre reçue de M. **Otto Lang**, de Hanovre 41

3° Extrait d'une lettre de M. l'ingénieur **P. Arrault**, de Paris 43

4° Communication de M. l'ingénieur **T. C. Moulan**, de Laeken lez-Bruxelles 44

Appel aux membres. 47

Bulletin bibliographique.

Pages.

L. de Launay. Géologie pratique et petit dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels 48

V. Amalitzky. Sur la découverte de Vertébrés fossiles dans les dépôts permiens de la Russie du Nord 50

G. W. Lamplugh. L'âge du Weald anglais 54

R. P. Oldham. Les bruits de tremblements de terre et les « Barisal Guns ». . 57

Séance mensuelle du 26 février 1901.

D. Vanhove. Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand, et sur celui de Beernem, près Bruges 63

E. Van den Broeck. Quelques remarques au sujet des résultats fournis par les puits de Gand et de Beernem 69

A. Rutot. A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France 74

A. Rutot. Le nouveau puits artésien de l'arsenal de Malines 97

T.-C. Moulan. Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux . 107

Le grade d'ingénieur-géologue à Liége. Lettre de M. **Forir** à M. **Van den Broeck.** 108

Arrêté royal réglant l'institution du grade et du diplôme scientifique d'ingénieur-géologue à l'Université de Liége 110

Bulletin bibliographique.

Alb. Penck. Les périodes glaciaires de l'Australie 112

R.-F. Scharff. L'histoire de la faune de l'Europe 116

Séance spéciale pour l'étude des sables boulants du 5 mars 1901.

Ad. Kemna. La géométrie des couches de sable 122

H. Van Aubel. Note sur le calcul des porosités dans les divers types de dispositifs sableux 127

Ad. Kemna. Résumé de la discussion des sables boulants par les ingénieurs américains 132

Baron O. van Ertborn. Étude sur les sables boulants et sur le moyen d'en prévenir l'invasion par assèchement progressif 142

Discussion : MM. Delecourt-Wincqz, Putzeys, Rutot, Van den Broeck, van Ertborn 149

Appel aux membres au sujet des « échantillons » et de la bibliographie du boulant. 154

Les recherches de MM. **Marboutin** et **Schlœsing** au sujet de l'étude des eaux potables 155

Séance spéciale de la Section du grisou du 27 mars 1901.

Pages.

E. Lagrange. Rapport relatif à la création de stations sismiques pour l'étude des conditions de dégagement du grisou 159

Bulletin bibliographique.

J. Libert. De la présence des gaz hydrocarbonés dans les exploitations souterraines des mines et carrières. 166

Ch. Davison. Les progrès de la sismologie pendant le XIXe siècle 170

Séance mensuelle du 19 mars 1901.

Baron O. van Ertborn. Le puits artésien du « Royal Palace Hotel », à Ostende. 178

Baron O. van Ertborn. Le puits artésien de la propriété J. Gevaert, à Audenarde (1900). 187

Paul Choffat. Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal. (*Présentation du travail.*). 189

E. Van den Broeck. A propos de la présentation par M. *P. Choffat* d'une étude régionale sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique 190

E. Van den Broeck. Quelques mots concernant les récentes déclarations de M. *Lamplugh* au sujet de l'âge du Wealdien. 199

M. Mourlon et **Ch. Lejeune de Schiervel.** Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde et sur son prolongement, le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel. (*Résumé.*). . 209

A. Rutot. La question de la diversité des facies caillouteux quaternaires dans la vallée de la Senne 211

Bulletin bibliographique.

E. Hibsch. Essai de classification des formations quaternaires de la vallée de l'Elbe, dans le nord de la Bohême 213

J.-W. Anderson. Manuel du prospecteur. Guide pour la recherche des gîtes minéraux et métallifères 216

Quelques renseignements sur le pétrole dans le département d'Oran. (Résumé du rapport de la mission *Henry Neuburger.*) 217

Notes et informations diverses.

Les grottes de Tanga 220

Résistance des pierres à la gelée. 221

Point juridique relatif à l'entreprise des puits artésiens. 221

Recherches du terrain houiller dans le Limbourg belge 222

Les modifications de la côte Nord-Est de la mer du Nord pendant la période historique. 222

Séance mensuelle du 16 avril 1901.

Pages.

Ad. Kemna. Enquête sur les eaux de Paris 226

Baron O. van Ertborn. Les sondages du polygone de Brasschaet et du château de Saalhof (voisin du polygone) 249

Baron O. van Ertborn. Les puits artésiens de Droogenbosch, Forest et Uccle. 256

Baron O. van Ertborn. Le puits artésien de Heyst-op-den-Berg (station du tram à vapeur). 263

Bulletin bibliographique.

C. Klement. Sommaires de la « Revue de Géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie). Numéros de janvier, février et mars 1901 268

Notes et informations diverses.

J. Walther. La formation des déserts dans les temps présents et passés. . . . 273

L'eau salée dans le terrain houiller. 274

Séance spéciale pour l'étude des sables boulants du 30 avril 1901.

A. Petermann. (Communication d'une lettre de M. le Dr A. Petermann). . . . 275

E. Cuvelier. Quelques mots à propos de l'étude scientifique du « boulant » . . 281

Ad. Kemna. Les sables boulants de Brüx, en Bohême. 292

G. Simoens. Sur les relations existant, au point de vue des phénomènes dynamiques dus aux sables boulants, entre le sous-sol de Brüx, en Bohême, et celui de la ville de Bruxelles 301

Bulletin bibliographique.

E. Cuvelier. Bibliographie chronologique du boulant d'après les *Annales des Travaux publics de Belgique* de 1843 à 1893, 1re série (cinquante et un premiers volumes). 312

Séance spéciale de la Section du grisou du 10 mai 1901.

Choix d'un emplacement pour la station sismique en profondeur au charbonnage de l'Agrappe. 325

Clément Reid. Choix d'une faille et d'une localité s'adaptant le mieux aux observations sur les mouvements terrestres 327

Pages.

E. Lagrange. Note sur l'état actuel de la question d'organisation d'une station grisouto-sismique au charbonnage de l'Agrappe 331

G. Simoens. A propos du choix des emplacements des stations d'observations micro-sismiques et grisouto-sismiques dans la région du Hainaut 334

Bulletin bibliographique.

E. L(agrange). Analyse des vingt et un Mémoires constituant la première série (1897-1900) des communications (*Mittheilungen*) de la Commission autrichienne de tremblements de terre, fondée sous les auspices de l'Académie des sciences de Vienne 340

Notes et informations diverses.

Fr. Laur. Éruptions, tremblements de terre et coups de grisou 355

Séance mensuelle du 21 mai 1901, spécialement consacrée à l'hydrologie.

Ad. Kemna. La situation actuelle de la question des eaux à Paris 361

A. Rutot. Note sur quelques faits hydrologiques 374

A. Rutot. Note sur les puits forés d'Esschen et de Roosendael 376

Baron O. van Ertborn. Quelques mots de protestation au sujet des sondages de Malines, de Lanaeken et d'Eelen 381

Baron O. van Ertborn. Le bélier hydraulique, les pompes et les compresseurs à air. Élévateurs à eaux artésiennes 383

F. Sacco. Observations géologiques relatives à un projet de captage et d'adduction d'eau potable des vallées de Lanzo pour l'alimentation de la ville de Turin 393

ANNEXE A LA SÉANCE.

Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie, Grenoble, 1902 398

Bulletin bibliographique.

C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie). Numéros d'avril, mai et juin 1901 399

Notes et informations diverses.

Pages.

Otto Beyer. La nouvelle distribution d'eau de la ville de Bautzen (Saxe) et les rapports de cette eau avec le sous-sol. 405

A. Inostranzew. Une particularité du puits artésien de la ville de Iejsk . . . 406

P. Miquel. Sur l'usage de la levure de bière pour déceler les communications des nappes d'eau entre elles. 406

Arthur Marshall. Électricité atmosphérique et précipitation de la vapeur d'eau. 407

Séance mensuelle du 18 juin 1901.

Allocution présidentielle à l'occasion de la mort de M. le professeur *G. Bleicher*. 409

Harzé. A propos d'une assertion de M. Van den Broeck contenue dans son mémoire intitulé : « Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la Géologie dans les recherches et études de travaux d'eaux alimentaires 411

Arctowski et **A. Renard.** Les sédiments marins de l'expédition de la « Belgica » 420

Baron O. van Ertborn. De l'allure du Crétacé et de l'argile rupelienne dans le Nord de la Belgique. Les sondages de Lanaeken et d'Eelen. Les forages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem 423

E. Van den Broeck. Quelques détails sur le phénomène naturel ayant fait croire, dans la région de Gap, à l'éruption d'un volcan. (Le « volcan » du Glaizil.) 424

Bulletin bibliographique.

Otto Nordenskjold. Les formations des pampas 431

Dr Nils Olof Holst. Les relations de l'époque glaciaire avec les oscillations du sol, spécialement en Scandinavie, d'après la traduction de F.-A. Bather, D. Sc., pour le *Geological Magazine*. 438

Prof. G.-F. Wright. Phénomènes géologiques récents dans le Nord et dans le Centre de l'Asie 441

Séance spéciale de la Section du grisou du 21 juin 1901.

Lettres de MM. les ingénieurs *Petit* et *P. Habets*. 446

Verney. Note sur un appareil destiné à analyser les mélanges grisouteux . . 449

Eug. Lagrange. Rapport sur les travaux de la première réunion de la Commission permanente sismologique à Strasbourg (avril 1901) 453

E. Lagrange Création du « Bulletin de la station géophysique d'Uccle » . . . 458

E. Van den Broeck. État actuel de la question de l'étude, en Belgique, des corrélations grisouto-sismiques et création d'un réseau de stations appropriées à cette étude. Dons généreux reçus des membres du Comité de patronage à cet effet 458

Paul Habets. Des observations continues à instituer pour la détermination des quantités de grisou dégagées dans une mine. 465

Notes et informations diverses.

Pages.

L'explosion de grisou de Molières 484

C. Léon. Sur un grisoumètre électrique 484

Séance spéciale d'hydrologie du 25 juin 1901.

(Pour le texte des conférences dont les titres suivent, voir aux *Mémoires*.)

L. Janet. Sur l'utilisation des sources pour l'alimentation des villes en eaux potables. (Reporté aux *Mémoires* de 1902.) 487

Félix Marboutin. Sur la propagation des eaux souterraines. Nouvelles méthodes d'emploi de la fluorescéine 487

Max Le Couppey de la Forest. Les cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin anglo-parisien 487

Max Le Couppey de la Forest. Une application à la géologie des expériences à la fluorescéine 487

Bulletin bibliographique.

C. Ekendahl. Ueber den Gang und die Entwickelung der chemischen und biologischen Untersuchungsmethoden im Laboratorium der städtischen Wasserwerke in Stockholm in den Jahren 1882-1901. (Marche et développement des méthodes et des recherches chimiques et bactériologiques au laboratoire de la distribution d'eau communale de Stockholm, pendant les années 1882-1901, par C. Ekendahl.) 488

Jaarverslag betreffende de waterleiding der gemeente Amsterdam over 1900. (Rapport annuel sur la distribution d'eau de la commune d'Amsterdam, en 1900.) 495

Notes et informations diverses.

Berthelot. Sur les origines de la source de la Loue. 504

Séance spéciale du Boulant du 2 juillet 1901.

Debauve et **Prof H. Höfer.** Correspondance 507

A. Casse. Définition, composition, drainabilité des sables boulants. Construction d'ouvrages dans ces terrains. 511

De Bauve. Note sur le sable boulant 523

Pierret. Note sur le sable boulant. 525

Feret. Extraits d'une lettre au sujet d'expériences sur les sables 527

Michel Mourlon. Quelques mots sur le « boulant » à propos du projet de jonction des gares du Nord et du Midi, à Bruxelles. 532

ANNEXE A LA SÉANCE.

Pages.

E. Cuvelier. Suite à la bibliographie du « boulant » 538

Séance mensuelle du 16 juillet 1901.

A. Kemna. Filtrage et ozonisation des eaux de la banlieue de Paris 549

A. Rutot. Nouvelles observations sur le Quaternaire de la Belgique Échelle stratigraphique et projet de légende du Quaternaire 554

Ch. Bommer. Le nouveau genre Lepidocarpon de Scott. 557

Bulletin bibliographique.

M. Lugeon. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Chablais, en 1901 559

C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie). Numéros de juillet et août 1901 560

C.-R. Van Hise. Quelques lois régissant la formation des gîtes métallifères . . 564

R. Zuber (Lemberg). Sur l'origine du « flysch » 566

Ed. Imbeaux. L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition universelle de 1900 569

T. Suess. L'asymétrie de l'hémisphère Nord 572

Notes et informations diverses.

A. de Lapparent. Les volcans géologues 574

E. Vincent. Description de deux espèces nouvelles de Mollusques provenant du Tongrien supérieur 576

F. L. Les grandes recherches houillères 576

E.-A. Martel. Du mode de remplissage des cavernes. 577

Séance mensuelle du 15 octobre 1901.

Baron O. van Ertborn. Notice nécrologique sur Norbert-Charles-Louis De Wael 588

Baron O. van Ertborn. Quelques mots à propos du sondage d'Asch 593

Michel Mourlon. La géologie au Congrès international d'hygiène, etc., tenu à Ostende, en septembre 1901. 596

H. Buttgenbach. Figures de corrosion du quartz par l'acide fluorhydrique . . 601

A. Rutot. Sur la découverte d'une flore fossile dans le Montien du Hainaut . . 605

Pages.

E. Van den Broeck. Quelques observations nouvelles faites à Furfooz, le 12 octobre 1901, à l'occasion d'une excursion de la Société d'Archéologie de Bruxelles 614

E. Van den Broeck. Le gite oligocène tongrien de Grimmertingen 623

— Intéressantes découvertes pour la flore du gisement de Bernissart 624

E. Van den Broeck. Les grès erratiques du Sud du Démer et dans la région de la Herck 627

Baron O. van Ertborn. Quelques mots au sujet des divers niveaux gréseux du Tertiaire supérieur dans le Nord de la Belgique 631

ANNEXE A LA SÉANCE.

Prix de Selys Longchamps pour la faune belge 633

J. Libert. Exploitations libres de minerais de fer dans la province d'Anvers. . . 634

Bulletin bibliographique.

C. Klement. Sommaire de la « Revue de géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie) Numéro de septembre 1901 635

F.-D. Longe. La formation du silex dans la craie. 637

Ch.-W. Andrews. Notes préliminaires sur la découverte de Vertébrés fossiles en Égypte 638

Edyworth David. La période glaciaire récente en Australie 640

J. Siemeradzki. Observations géologiques faites pendant un voyage dans le Sud du Brésil 640

Boehm. Reisenotizen aus Ost-Asien 641

Rapport sur les levés géologiques du service géologique de Prusse pendant l'année 1898 641

Notes sur la Géologie et la Paléontologie de la Patagonie 642

Wehrli et **Burkhardt.** Profils géologiques transversaux de la Cordillière argentino-chilienne. Stratigraphie et tectonique 642

A.-G. Nathorst. Géologie du Groenland Nord-oriental. 644

Notes et informations diverses.

H. Benest. Les fleuves sous-marins 645

C. Malaise. Découverte du Llandeilo dans le massif silurien du Brabant . . . 647

H. Lorau. Photographie de l'intérieur des sondages. 647

J. Thoulet. La constitution du sol des grands fonds océaniques 648

Séance mensuelle du 19 novembre 1901.

Pages.

E. Van den Broeck. A propos du Rupelien de la région de Léau-Rummen et de l'existence probable d'un synclinal primaire dans ces parages 654

Baron O. van Ertborn. Contribution à l'étude des étages rupelien, bolderien, diestien et poederlien. (*Note résumée.*) 660

Baron O. van Ertborn. Le Quaternaire dans le Nord de la Belgique (*Résumé*). 661

G. Simoens. Deuxième note sur la faille d'Haversin. (*Résumé.*). 667

Bulletin bibliographique.

C. Klement. Sommaires de la « Revue de géologie pratique » (Zeitschrift für praktische Geologie). Numéros d'octobre et novembre 1901 668

Communicaçoës da Direcçao dos Serviços Geologicos de Portugal, tome IV, Lisbõa, 1900. 671

A. Issel. Osservazioni sul Tongriano di Santa-Giustina e Sassello 673

G. Rovereto. Illustrazione dei Molluschi fossili Tongriani 673

Séance mensuelle du 17 décembre 1901.

Henryk Arctowski. Note sur les dunes du cap Polonio sur la côte de l'Uruguay. 689

Henryk Arctowski. Notice sur l'abrasion glaciaire. 693

J. Bertrand. Action des anciens glaciers sur le relief actuel de la Russie . . . 695

H. Buttgenbach. Note sur quelques cristaux provenant de gisements belges . 701

A. Rutot. Sur l'âge de la Glauconie de Lonzée. 710

A. Rutot. La boucle de Profondeville 710

Une distribution d'eau alimentaire à Landen 711

Bulletin bibliographique.

Prof. O'Reilly. Réduction de la côte Irlandaise 712

Alf. Harker. Les anciens glaciers de Skye (Écosse). 713

Ed. Lippman. Petit traité de sondage. 714

Notes et informations diverses.

M. Martel. Sur de nouvelles constatations relatives à la contamination des résurgences (sources vauclusiennes) des terrains calcaires en France 717

Nouveau tremblement de terre à Saint-Symphorien (Hainaut) 719

P. Choffat. Phénomène géologique au cap de Gata 720

La houille en Hollande 720

Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1901.

Pages.

Rapport annuel du Président 721

Approbation des comptes de l'année 1901 et rapport du Trésorier 732

T. Cooreman. Compte rendu sommaire de la session extraordinaire dans le Nord de la France du 7 au 15 août 1901. 734

Session extraordinaire de 1902 et programme des excursions de l'année. — Conférences 736

Élections. Composition du Bureau, du Conseil et des Comités 738

Décisions du Conseil 739

MÉMOIRES.

X. Stainier. Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi et de la Basse-Sambre 1

A. Rutot. Sur la formation des champs ou tapis de silex ayant fourni aux populations paléolithiques primitives la matière première des instruments et outils constituant leurs industries 61

C.-T. Moulan. Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux. . 99

Paul Choffat. Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal 111

David Levat. La géologie, la prospection et l'exploitation des mines d'or et des placers 141

Baron O. van Ertborn. Matériaux destinés à l'établissement de la topographie souterraine du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise . . . 161

Baron O. van Ertborn. Allure générale du Crétacique dans le Nord de la Belgique 175

Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40,000e. État de la publication à la date du 10 mai 1901 200

A.-F. Renard. Notice biographique sur Raymond Storms 201

Félix Marboutin. Sur la propagation des eaux souterraines. Nouvelle méthode d'emploi de la fluorescéine 214

Max Le Couppey de la Forest. Les cavernes pénétrables à l'homme dans la craie du bassin anglo-parisien 228

Max Le Couppey de la Forest. Une application à la géologie des expériences à la fluorescéine. Rectification de la position d'un axe anticlinal sur une carte géologique 245

Baron O. van Ertborn. Allure générale de l'argile rupelienne dans le Nord de la Belgique 248

Baron O. van Ertborn. Les forages d'Aerschot, de Westerloo et de Zeelhem . 255

R. Storms. Sur un « Carcharodon » du terrain bruxellien 259

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

Pages.

Jean Vincent. Un précurseur belge de la Géologie au XVIe siècle. Le système géologique de Simon Stévin 3

G.-F. Dollfus. La structure du bassin de Paris 10

Stanislas Meunier. Sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine 15

Dr Spire. Note sur la Géologie du Congo français entre la Sangha et l'Atlantique (mission Fourneau). 20

Henryk Arctowski. Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge 24

Henryk Arctowski. Les calottes glaciaires des régions antarctiques 26

Henryk Arctowski. Sur les icebergs tabulaires des régions antarctiques . . . 28

C. Maltézos. Sur les nodales de sable ou de poussière 30

B. Lotti. Les gîtes métallifères stratifiés et la couche minéralisée du cap Garonne, en France 33

Ad. Kemna. Stérilisation des eaux par l'ozone 38

Ad. Kemna. Bulletin de la Société de Médecine publique et de Topographie médicale de Belgique ; volume XVII, 2e partie. 43

J. Toubeau. Salure progressive d'eaux artésiennes. 48

TABLES, INDEX ET LISTES.

Liste générale des Membres de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. I

Bibliothèque de la Société :

1° Liste des auteurs d'ouvrages non périodiques reçus en don par la Société pendant l'année 1901 XXXIII

2° Liste générale des échanges périodiques faits par la Société, comprenant la liste des ouvrages périodiques reçus en échange par la Société pendant l'année 1901 XXXVI

Index alphabétique des localités belges au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques. XLVII

Table des planches LII

Table des matières des **communications scientifiques** disposées par ordre de **chronologie géologique** LIII

Table générale des matières contenues dans le Tome XV (1901) du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie* . . LXIV

ERRATA

PROCÈS-VERBAUX

Page 45, ligne 3, au lieu de : *contrariant à l'action*, lisez : *contrariant l'action*.

Page 45, ligne 7, au lieu de : *véritable*, lisez : *vérifiable*.

Page 124, § 3, ligne 5, au lieu de : *six contacts*, lisez : *huit contacts*.

Page 197, §§ 4 et 7, au lieu de : *Kimmeridgien*, lisez : *Kimeridgien*.

Page 200, § 4, au lieu de : *Crétacé*, lisez : *Crétacique*.

Page 201, §§ 3, 4, 5 et 8 au lieu de : *Weald*, lisez : *Wealdien*.

Page 201, § 5, au lieu de : *Crétacé*, lisez *Crétacique*.

Page 249, § 4, au lieu de : *Camp de Brasschaet*, lisez : *Polygone de Brasschaet*.

Pages 250 à 253, même correction en divers passages du texte de ces pages.

Page 400, ligne 21, au lieu de : *États Sturmgiens*, lisez : *États Thuringiens*.

Page 402, 13 lignes avant la dernière, au lieu de : E. Konig, lisez : F. König.

Page 402, 3 lignes avant la dernière, au lieu de : S. N. Nikiten, lisez : S. N. Nikitin.

Page 407, 6e ligne de l'article : *Électricité, etc.*, au lieu de : *dew-fonds*, lisez, *dew-ponds*.

Page 424, paginée par erreur 324.

Pages 564 et 565, l'auteur des analyses bibliographiques des travaux de MM. Van Hise et Zuber est *C. Klement* et non *V. d. W.*

Pages 689 à 717 portent toutes en tête la mention erronée : *Séance du 19 décembre*, au lieu de : *Séance du 17 décembre*.

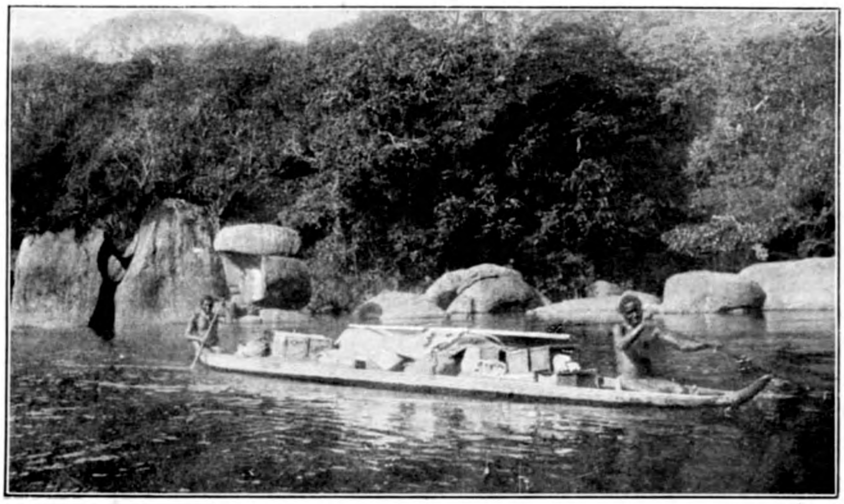


FIG. 1. — GUYANE. — UN CANOT DE DIX BARILS. MONTÉE DES VIVRES AU PLACER

FIG. 3. — GUYANE. — LE CHEMIN DE FER DE SAINT-LAURENT AU MARONI
UNE COURBE DE 50 MÈTRES DE RAYON

Conférence D. Levat

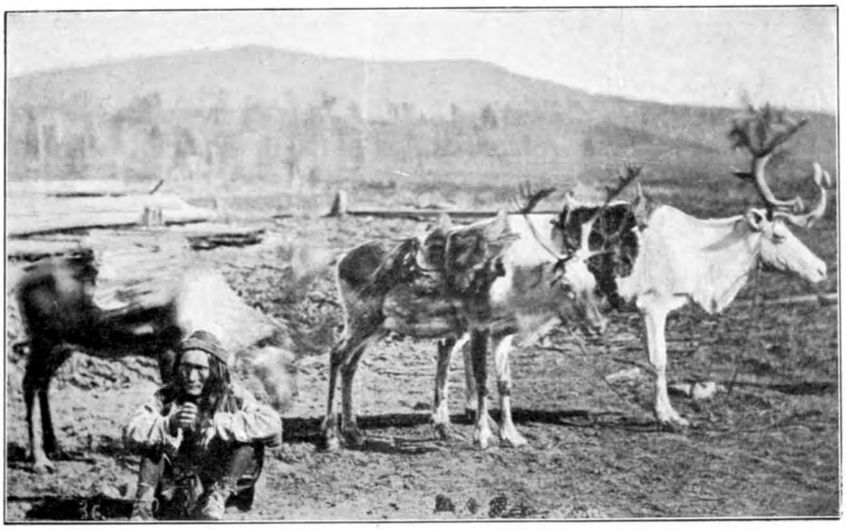


Fig. 2. – SIBERIE ORIENTALE. — Transport de l'or a dos de rennes; charge par animal : 2 pouds valant 100,000 francs

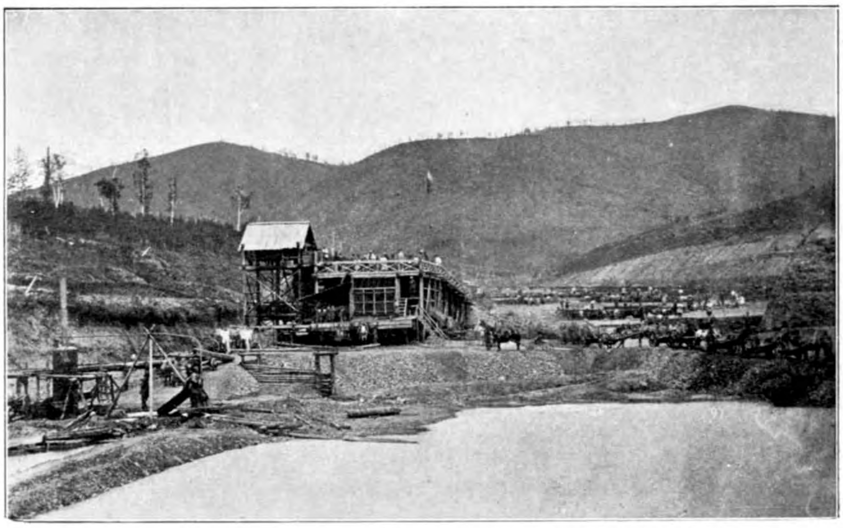


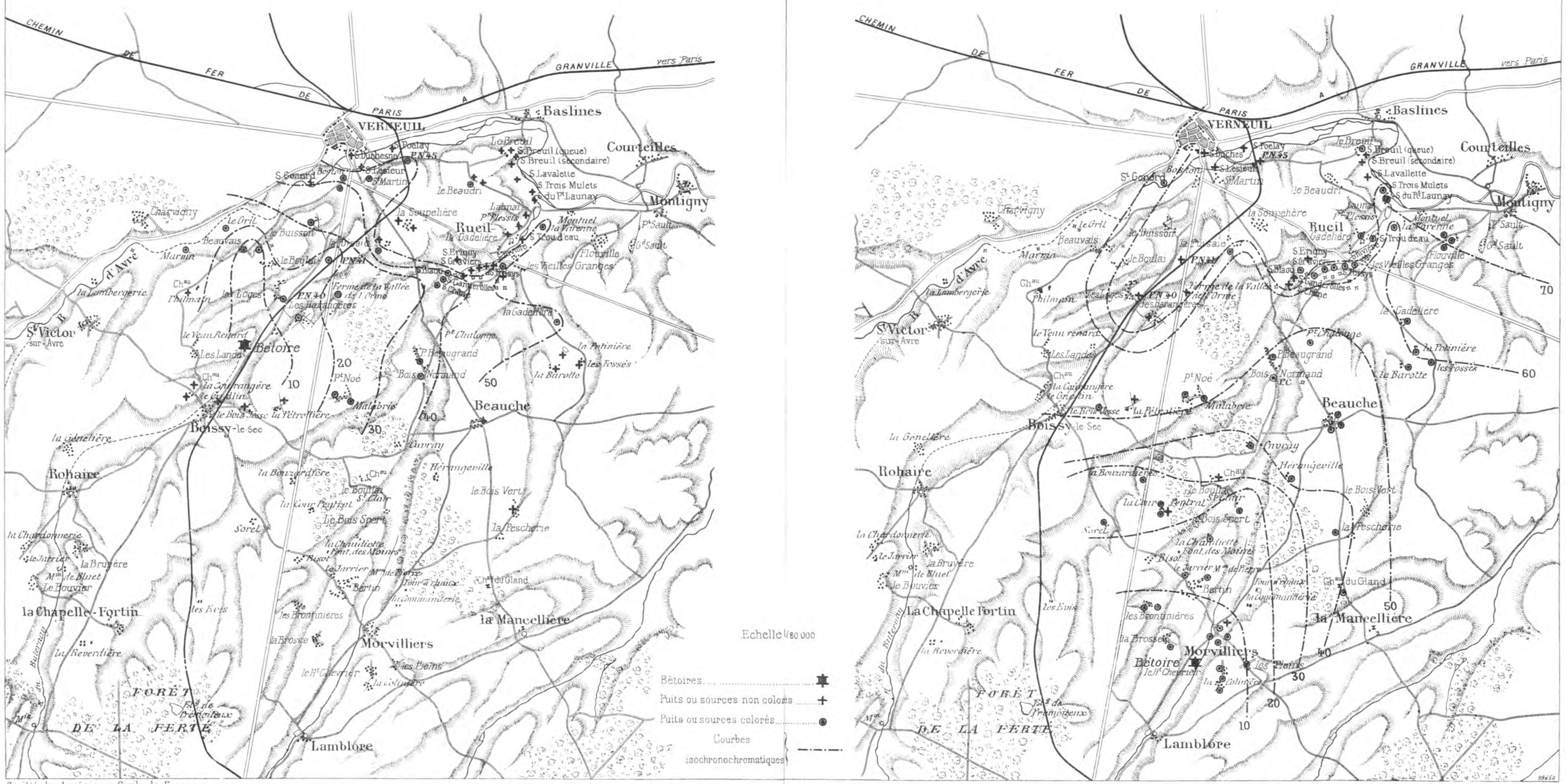
Fig. 4. — SIBÉRIE ORIENTALE. — Placer exploité par tailles minces
Le sol est gelé sur une épaisseur indéfinie

Placers et Mines d'or

NOUVELLE MÉTHODE D'ÉTUDE DES EAUX DE SOURCES

EXPÉRIENCE DU BÉTOIRE DE VEAU RENARD

EXPÉRIENCE DU BÉTOIRE DU HAUT CHEVRIER



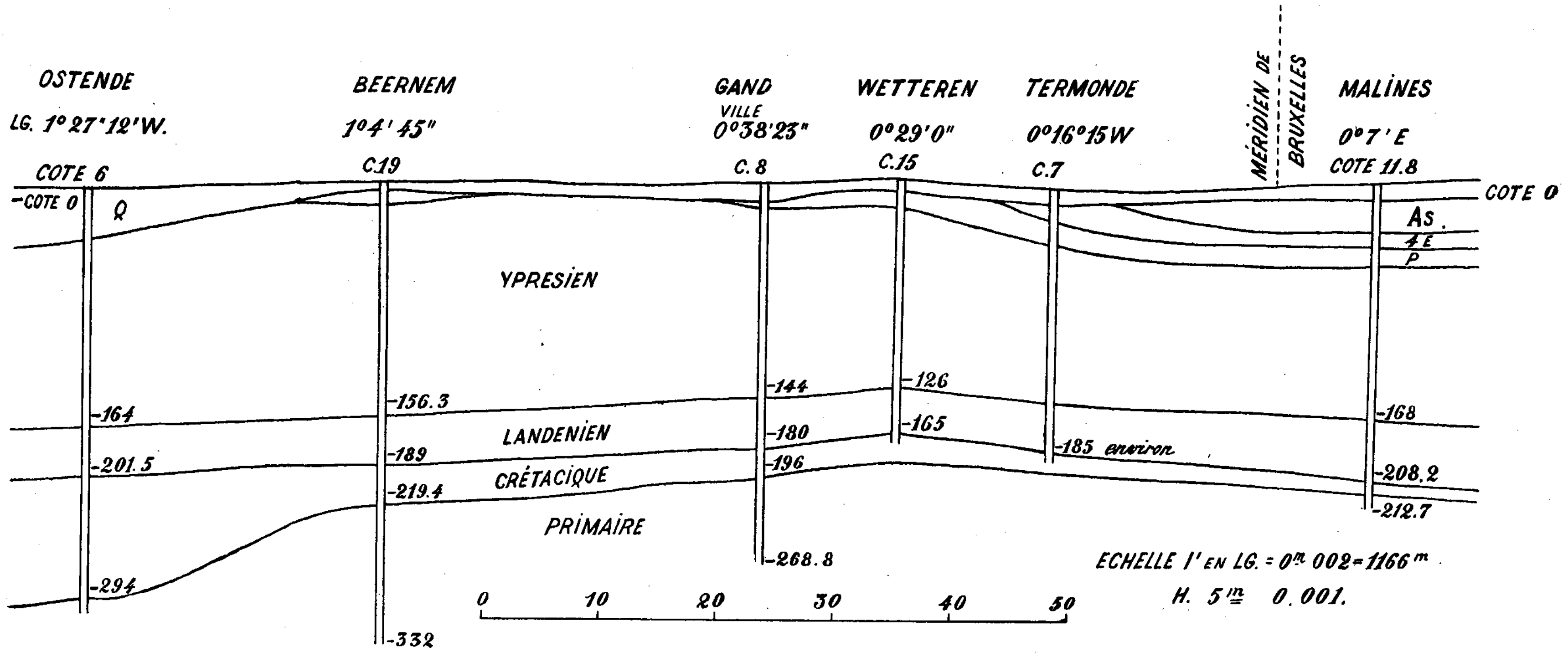
Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

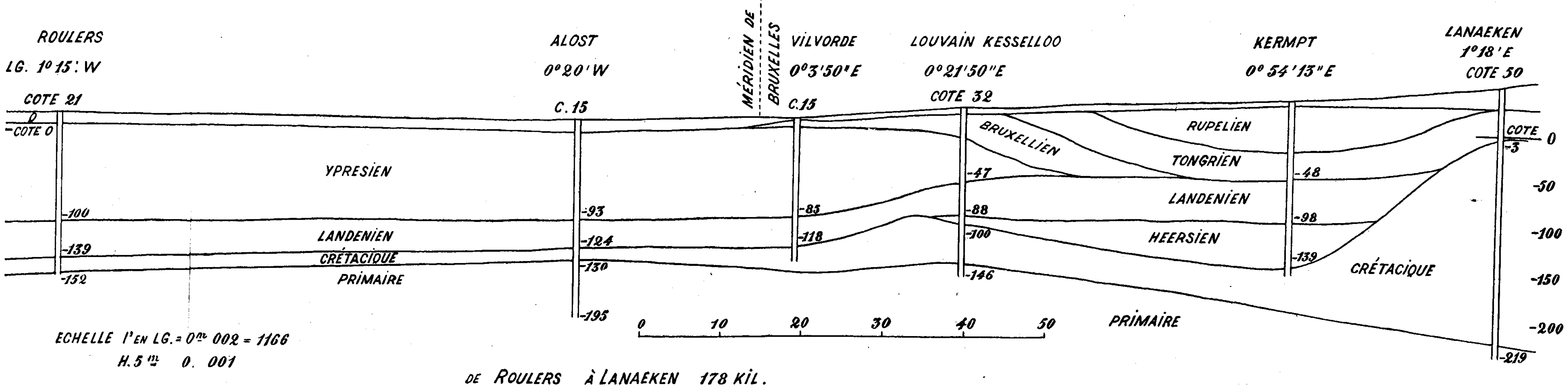
DIAGRAMMES DONNANT L'ALLURE GÉNÉRALE

LE 1ER, DU PRIMAIRE, DU CRÉTACIQUE, DU LANDENIEN ET DE L'YPRESIEN, D'OSTENDE À MALINES.

LE 2E DU PRIMAIRE, DU CRÉTACIQUE, DU LANDENIEN, DE ROULERS À LA MEUSE (LANAEKEN) ET DE L'YPRESIEN, DE ROULERS À LOUVAIN.

LES DEUX LIGNES, OUEST-EST, SONT DISTANTES D'ENVIRON DIX KILOMÈTRES

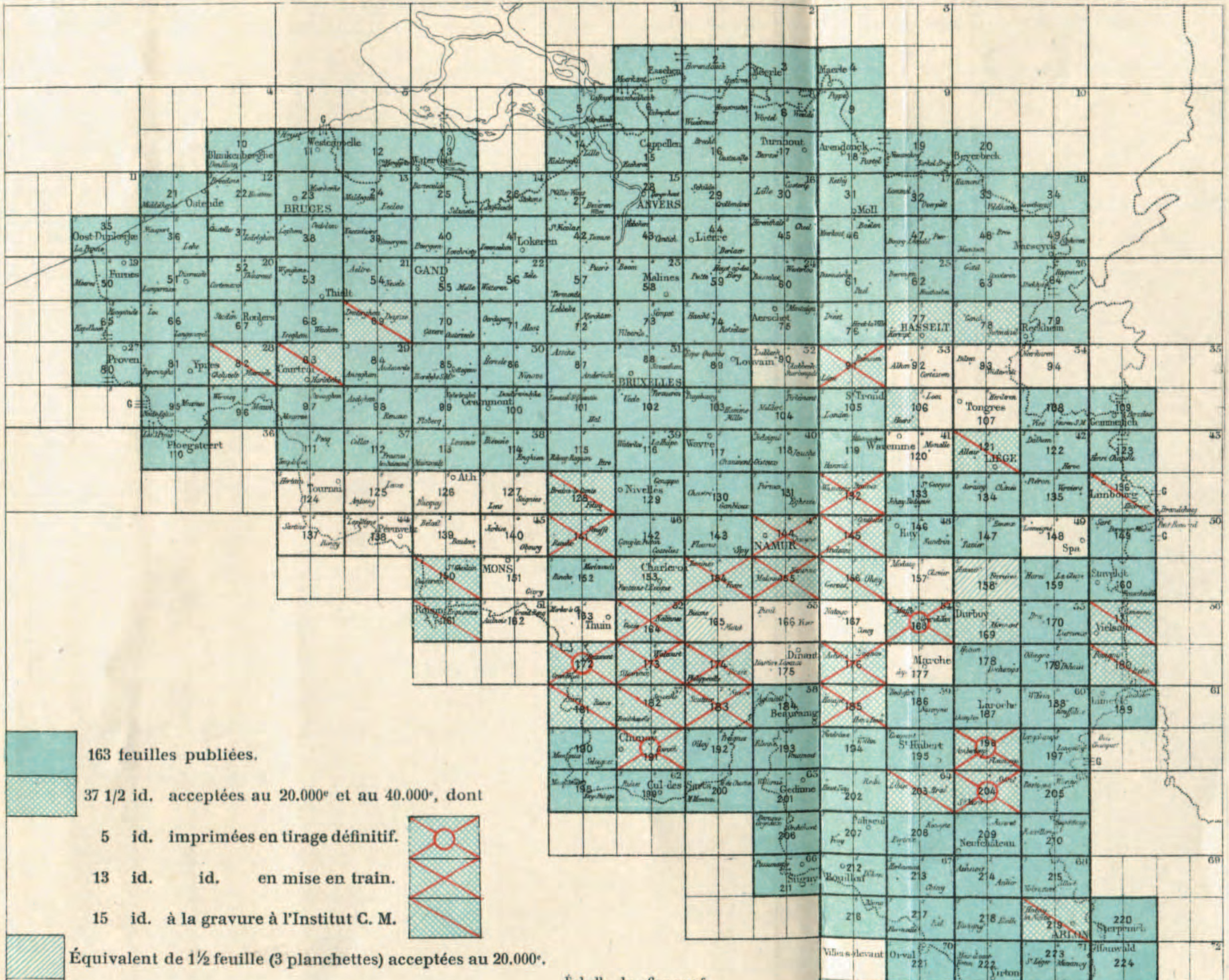




DE ROULERS À LANAEKEN 178 KIL.

TABLEAU D'ASSEMBLAGE DES 226 FEUILLES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE A L'ÉCHELLE DU 40000e

ÉTAT DE LA PUBLICATION AU 10 MAI 1901



163 feuilles publiées.

37 1/2 id. acceptées au 20.000e et au 40.000e, dont

5 id. imprimées en tirage définitif.

13 id. id. en mise en train.

15 id. à la gravure à l'Institut C. M.

Équivalent de 1½ feuille (3 planchettes) acceptées au 20.000e.

Équivalent de 24 feuilles (48 planchettes) à faire.

Échelle du 1 600 000e

LITH. A. BÉNARD, LIÉGE

Bull. Soc. Belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.

T. XV, 1901 PL. I.

ESSAI DE RECONSTITUTION

DE LA STAMPE NORMALE DES COUCHES DES BASSINS HOUILLERS

DE

CHARLEROI ET DE LA BASSE-SAMBRE

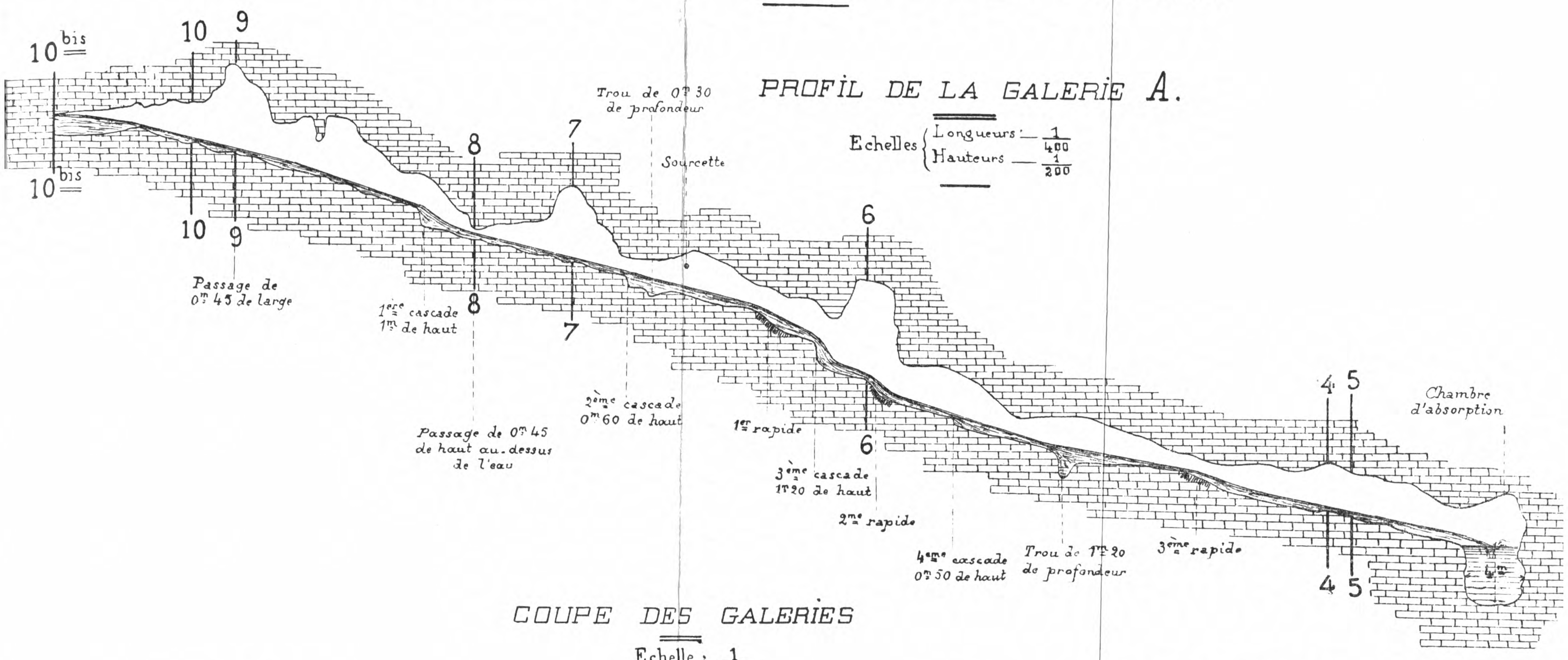
à l'échelle du millième $\left(\frac{1}{1000}\right)$

PAR

X. STAINIER

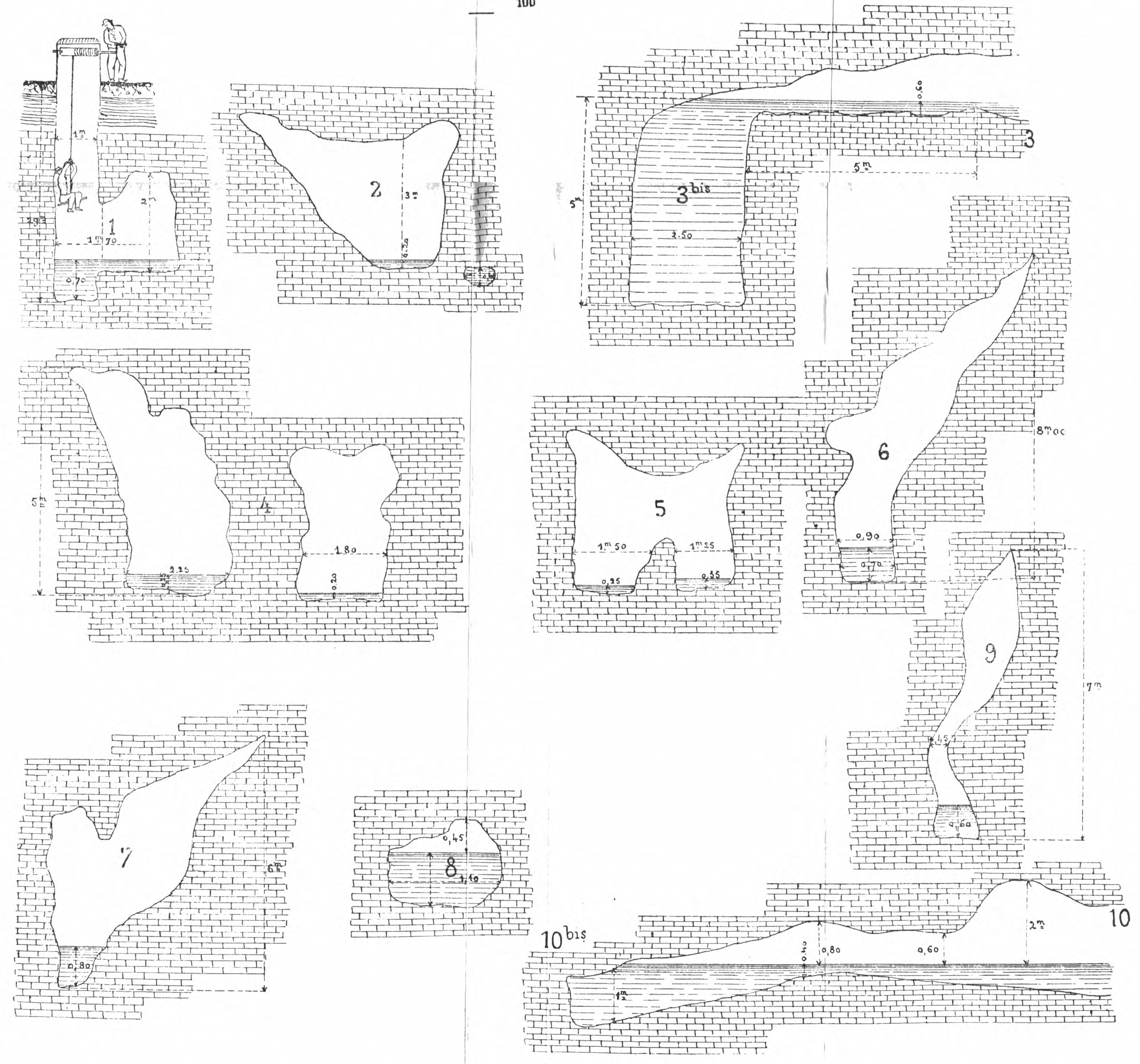
Membre de la Commission géologique de Belgique
Professeur à l'Institut agricole de Gembloux

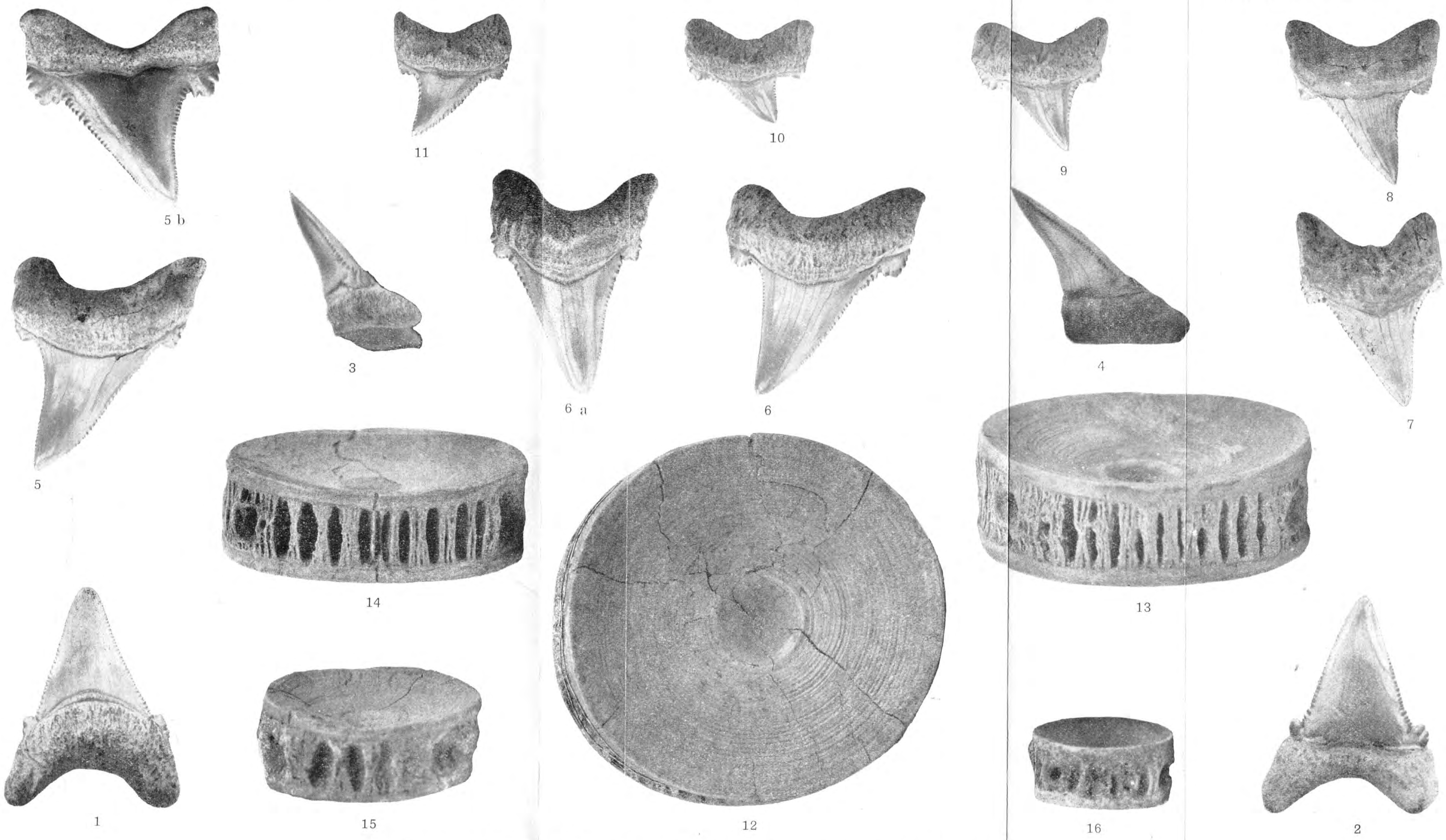
CAVERNE DU PUITS GUÉRÉE A LA GUINAND.



COUPE DES GALERIES

Echelle : $\frac{1}{100}$





Raymond STORMS. — Un Carcharodon du terrain Bruxellien.